

казателями преломления n_1, n_3 соответственно, причем $n_1 > n_2 > n_3$. Для такой среды существуют условия, при которых происходит самовозбуждение слоя и рассматриваемая усиливающая структура переходит в режим генерации без каких-либо внешних зеркал. По-видимому, подобный эффект может наблюдаться и для звука, однако он требует дополнительного рассмотрения.

В заключение отметим, что граница между равновесным (или слабо неравновесным) и неравновесным газом возникает, например, в лазерной среде как граница между генерирующей и негенерирующей областями активной среды. В этом случае рассмотренный эффект отражения с усилением при определенных условиях может привести к возникновению ударных волн, распространяющихся под углом к границе раздела. Следует также подчеркнуть, что, по-видимому, отражение с $r > 1$ может происходить не только от границы с неравновесным колебательно-возбужденным газом, но и от других сред, активных по отношению к звуку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко Б. Б., Петров Н. С., Джилавдари И. З. Усиление электромагнитных волн при отражении от сред с отрицательным поглощением // Квантовая электроника и лазерная спектроскопия. Минск: Наука и техника, 1974. С. 449.
2. Зимин А. Б., Петров Н. С. Усиление света при отражении от неоднородной инверсной среды с дисперсией // ЖПФ. 1984. Т. 40. № 5. С. 824–828.
3. Коган Е. Я., Молевич Н. Е. Отражение звука от границы равновесного и неравновесного колебательно-возбужденного газа // Акуст. журн. 1987. Т. 33. № 2. С. 252–255.
4. Коган Е. Я., Молевич Н. Е. Звуковые волны в неравновесном молекулярном газе // Изв. вузов. Сер. Физика. 1986. Т. 29. № 7. С. 53–58.

Физический институт
им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
12.VII.1987

УДК 534.21:539.2+621.396.67.01

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕЕРА ЛУЧЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ВОЛНАХ ЛЭМБА

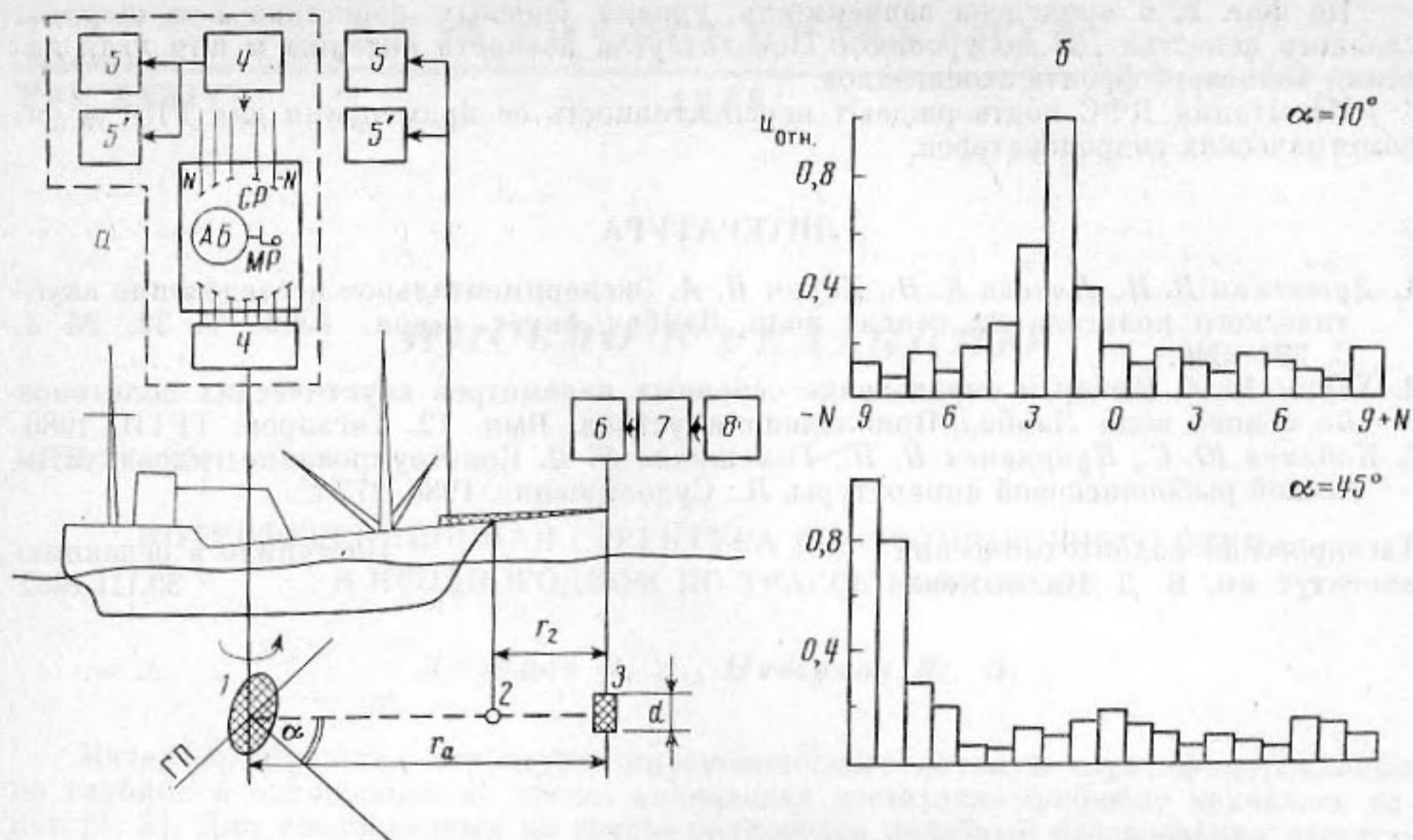
Тимошенко В. И., Харин Н. А.

В диапазоне низких частот рыбопоисковой аппаратуры (РПА) перспективно использование акустических блоков (полигонов) на волнах Лэмба [1]. В работе [2] описаны номограммы для выбора и расчета основных параметров таких акустических блоков. Развитие работ [1, 2] завершилось созданием диаграммоформирующей системы (ДФС) рыбопоискового гидролокатора, содержащей акустический блок на волнах Лэмба a_0 .

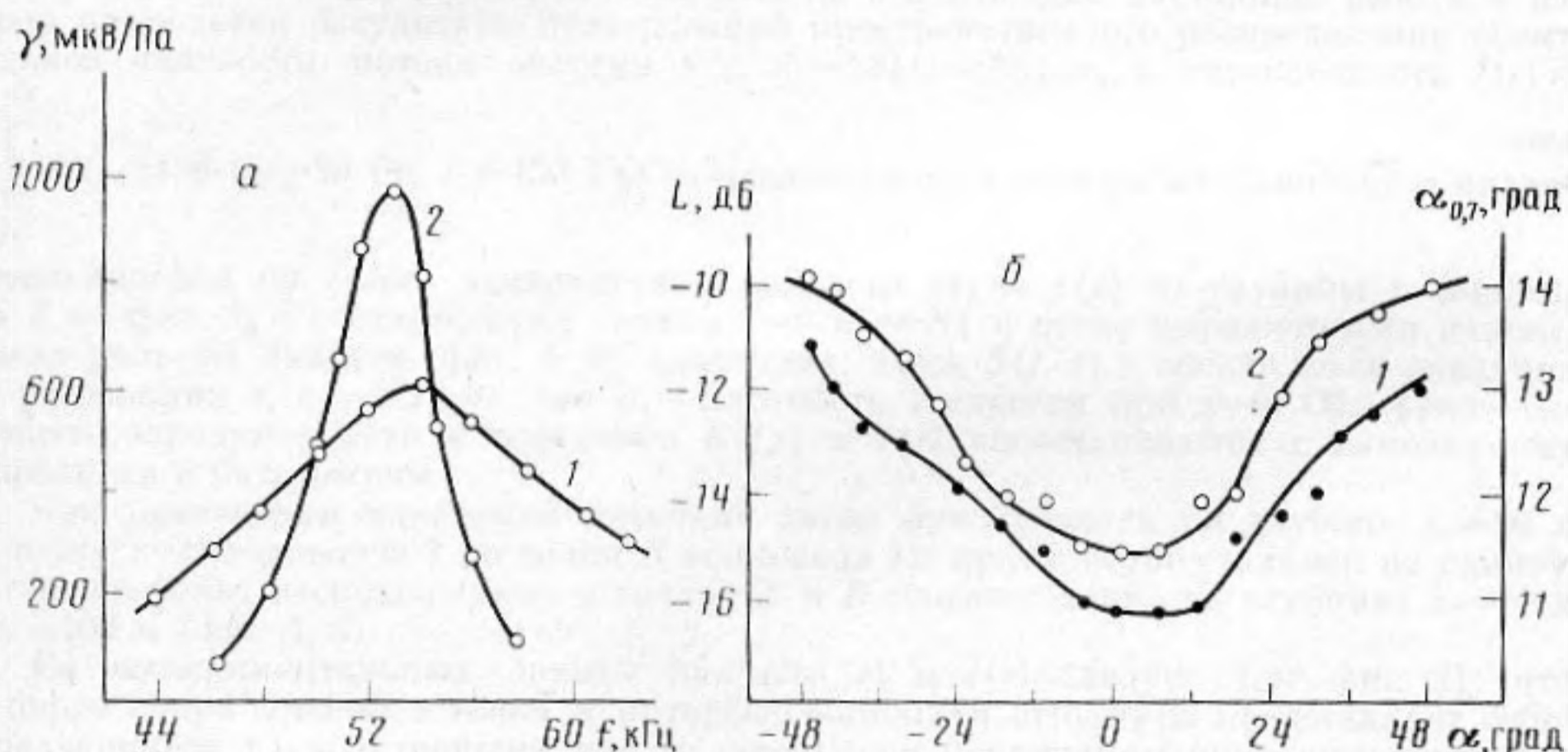
На фиг. 1, а представлена схема проведения натуральных испытаний ДФС. Разработанная ДФС содержит гидроакустическую антенну 1 с резонансной частотой 50 кГц и акустоэлектронную схему (обведена пунктиром на фиг. 1, а). Антенна представляет собой 10-канальную плоскую эквидистантную линейную решетку с переменным количеством колебательных систем в каждом канале. Апертура антенны имеет форму ступенчатой фигуры, вписанной в окружность. Это позволяет ввести амплитудное распределение за счет геометрии раскрыва и, таким образом, уменьшить уровень боковых лепестков диаграммы направленности (ДН) [3]. Акустоэлектронная схема содержит блок согласования по току каналов антенны со входами акустического блока и собственно акустический блок (АБ) на волнах Лэмба, основными элементами которого являются дуговые масштабная (перемещающаяся) и считывающая антенные решетки пьезопреобразователей (МР) и (СР), расположенные на твердотельной пластине, облицованной поглотителем. В состав акустоэлектронной схемы входит также приемный тракт, состоящий из второго согласующего блока, электронно-лучевого прибора и самописца уровня.

Испытания ДФС проводились на акватории Таганрогского залива с борта научно-исследовательского судна. Для вибро- и звукоизоляции акустического блока его размещали в герметичном корпусе. Корпус находился в лаборатории, оборудованной средствами ослабления шумов. При измерениях на стоянке с включенным двигателем превышение уровня полезного сигнала над помехой на выходе ДФС достигало 40 дБ. Схема на фиг. 1, а поясняет измерение ДН и чувствительности по напряжению в режиме приема. При измерении ДН излучатель 3 завешивали на выносной штанге, а антенну 1, закрепленную на поворотно-выдвижном устройстве, опускали за борт. При измерениях чувствительности антенну и откалиброванный по давлению в режиме приема измерительный гидрофон 2 располагали на расстояниях $r_a \gg D^2/\lambda$ и $r_2 \gg d^2/\lambda$ от излучателя 3 так, чтобы обеспечить соосность их ДН.

Наиболее достоверная информация о работоспособности ДФС как формирователя веера лучей может быть получена путем измерения распределения электрических



Фиг. 1. *a* – схема проведения натуральных испытаний ДФС и нормированные к максимальному уровню электрические напряжения на выходах ДФС, полученные в результате испытаний: 1 – антенна, 2 – измерительный гидрофон, 3 – излучатель, 4 – согласующие блоки, 5 – электронно-лучевой прибор, 5' – самописец уровня, 6 – усилитель мощности, 7 – импульсный генератор, 8 – задающий генератор; *б* – диаграммы распределений сигналов на выходах элементов СР



Фиг. 2. *a* – экспериментальные частотные характеристики чувствительности по напряжению в режиме приема: 1 – традиционная антенна, 2 – ДФС; *б* – зависимость уровня боковых лепестков (1) и ширины ДН на уровне половинной мощности (2) от угла падения эхосигналов α

напряжений на выходах СР. Это распределение отображается на экране индикатора телевизионного типа или передается на матрицу светодиодов, т. е. отображается в дискретном виде. На фиг. 1, *б* приведены нормированные к максимальному значению сигнала диаграммы распределений сигналов на выходах элементов СР при фиксированных углах поворота α приемной антенны. Дискрет расположения 19 считывающих элементов подобран так, что оси веера ДН расположены примерно через 5° и перекрывают сектор обзора около 90° .

На фиг. 2, *a* представлены результаты сравнительных измерений частотных характеристик чувствительности по напряжению в режиме приема ДФС (кривая 2) и традиционной антенны (кривая 1). Видно, что применение акустического блока с МР позволяет заметно увеличить чувствительность. Сигнал на считывающем элементе, расположенном в фокусе сходящегося волнового фронта, равен суперпозиции сигналов от всех переизлучающих элементов МР. Видно также, что максимум чувствительности ДФС ближе к резонансной частоте антенны, чем максимум чувствительности антенны в режиме приема. Обужение полосы пропускания системы до 3 кГц вполне приемлемо для гидролокатора РПА с рабочей частотой 50 кГц [3].

На фиг. 2, б приведена зависимость уровня боковых лепестков L и ширины главного лепестка ДН по уровню $0,7 \alpha_{0,7}$ от угла поворота антенны α или угла падения волнового фронта эхосигналов.

Испытания ДФС подтверждают перспективность ее применения для РПА и параметрических гидролокаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Душаткин В. Н., Попова Е. Н., Харин Н. А. Экспериментальное исследование акустического полигона на основе воли Лэмба // Акуст. журн. 1986. Т. 32. № 3. С. 394–396.
2. Харин Н. А. Выбор и определение основных параметров акустических полигонов на основе воли Лэмба // Прикладная акустика. Вып. 12. Таганрог: ТРТИ, 1986.
3. Кобяков Ю. С., Кудрявцев Н. Н., Тимошенко В. И. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. Л.: Судостроение, 1986. 272 с.

Таганрогский радиотехнический институт им. В. Д. Калмыкова

Поступило в редакцию
30.III.1987