



ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

КОНЦЕРН

- ОКЕАНПРИБОР -

(АО «КОНЦЕРН «ОКЕАНПРИБОР»)

Чкаловский пр., 46, Санкт-Петербург, 197376

Тел. (812)320 80-40/41

Факс (812)320-80-52

mail@oceanpribor.ru

ОКПО 07504258, ОГРН 1067847424160,

ИНН/КПП 7813341546/781301001

15.02.2022 № 032-2631

На № 0086/с-270 от 30.12.2021

Об отзыве на автореферат
диссертационной работы

ФГАОУ ВО
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ»
ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)»
Л.Н. ПОДГОРНОЙ

197376, Санкт-Петербург,
Профессора Попова ул., д. 5
Тел.: (812) 234-46-51
Факс (812) 346-27-58
E-mail: info@etu.ru

На Ваш запрос высылаю отзыв на автореферат диссертации Степанова Б.Г., представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Приложение: Отзыв на автореферат диссертации на 4 л. в 2 экз.

Заместитель генерального директора –
руководитель перспективного
технологического направления
(научный руководитель Концерна)

И.А. Селезнев

Исп.: Дементьев И.И.
Тел.: (812) 499-75-68

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора –
руководитель прикладного технологического
направления (научный руководитель Концерна)
АО «Концерн «Океанприбор»
доктор технических наук, доцент



И.А. Селезнев

« 15 » февраля 2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации СТЕПАНОВА Бориса Георгиевича на тему
«Сверхширокополосные, однонаправленные пьезопреобразователи
с функциональным секционированием и амплитудно-фазовым
возбуждением для гидросред»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 1.3.7 – Акустика

Диссертационная работа посвящена научному направлению построения широкополосных пьезоэлектрических преобразователей, обладающих широкой полосой в излучении и, одновременно, обеспечивающих малый уровень тыльного излучения. Это направление связано с необходимостью обеспечения гидроакустических излучающих систем, использующих широкополосные сигналы для повышения избирательности по дальности, отстройки от помех и в целом повышения помехоустойчивости, а в случае систем гидроакустической связи и телеметрии – для повышения разборчивости в условиях многолучевого канала. Малый уровень тыльного излучения, в свою очередь, повышает КПД излучателя и обеспечивает пространственную скрытность. Таким образом, представленные исследования являются весьма актуальными в плане обеспечения работы излучающих гидроакустических систем различного назначения.

Новизна представленных в диссертации технических решений подтверждается 12 патентами.

По всему тексту автореферата (и в названии представленной диссертации) соискатель использует для обозначения объекта исследований термин «преобразователи». Однако, в гидроакустике различают излучающие акустические преобразователи, приемные акустические преобразователи и обратимые преобразователи, сочетающие свойства излучающих и приемных преобразователей. Каждый из этих видов преобразователей обладает своими отличительными свойствами, как в части конструкции (размеры различных частей преобразователя, материалы и проч.), так и в части электроакустических параметров (вид амплитудно-частотной характеристики, характеристика направленности, резонанс и частотный диапазон и др.). По содержанию работы становится ясно, что речь идет исключительно об излучающих электроакустических преобразователях, что следовало бы включить в название и в начальную (постановочную) часть работы. Для сокращения в тексте отзыва будем, в основном, пользоваться терминологией автора.

Основная идея автора, реализуемая в процессе представленных исследований, состоит в разделении активных элементов преобразователей на секции, которые возбуждаются различными напряжениями. В преобразователях традиционного типа активные элементы возбуждаются одинаковыми напряжениями. Разделение преобразователей на секции и различное амплитудно-фазовое возбуждение секций приводит к решению ряда задач, поставленных в работе. К числу этих задач относятся: расширение полосы частот излучаемого сигнала (без потери энергии), уменьшение

тыльного излучения, в отдельных конструкциях (предлагаются в работе) повышение направленности, уменьшение габаритов и др. В качестве конструкций и принципа работы рассматриваются излучающие стержневые и пластинчатые электроакустические преобразователи, а также излучатели, представляющие собой цилиндр из нескольких колец (секций), названный волноводным.

Основное (по объему) место в автореферате занимают аналитические исследования в части стержневых излучателей (разд.2) и излучателей волноводного типа (разд.6) – по 10,5 стр., всего в главе автореферата «Основное содержание работы» 28 стр., а работа в целом содержит 8 разделов, не считая Введение и Заключение.

Автором решены принципиальные задачи по расширению полосы исследуемых типов излучающих преобразователей. Получены аналитические выражения для расчета основных выходных характеристик, зависящие от параметров комплектующих преобразователь элементов. Поскольку в преобразователях имеется значительное количество конструктивных и прочих параметров (физические характеристики используемых активных и пассивных материалов, размеры и конфигурации, взаимное расположение элементов и др.), развитые аналитические методы позволили решать задачи синтеза, т.е. выбора оптимизирующих воздействий, количества секций и др., что открывает возможности для дальнейших исследований.

В целом по результатам моделирования работы стержневых двухсекционных преобразователей и пластинчатых преобразователей показано, что с помощью предложенных методов возможно расширение полосы частот до 2,5 октав (стержневые) и до 3,5-4 октав (пластинчатые). Дополнительно исследована модель стержневого преобразователя с противофазным включением секций, что также расширяет частотный диапазон. Однако, в тексте автореферата отсутствуют данные о сопоставлении предложенной двухсекционной конструкции с различным возбуждением и включенной противофазно с традиционной – противофазной, но с одинаковым возбуждением.

Еще одним направлением являются исследования по компенсации или уменьшению тыльного излучения, в том числе с помощью конструкций преобразователей, которые автором названы безэкранными. Здесь также получены соответствующие аналитические выражения и показано путем компьютерного моделирования, что при сохранении широкополосности тыльное излучение может быть уменьшено в 1,2-1,4 раза. Автором предлагается новая конструкция излучателя с клиновидной накладкой (защищена патентом), которая имеет уменьшенные габариты и массу, а также уменьшенный уровень тыльного излучения.

Помимо основных целевых показателей исследования секционированных с различным возбуждением излучателей – широкополосности и «безэкранности» – автор исследует важные для практической реализации параметры: упругие смещения и напряжения, входную проводимость, $\cos\varphi$, КПД и др. В частности, путем моделирования показано, что КПД в полосе частот составляет 0,5–0,8, а уровень упругих смещений и напряжений меньше, чем при синфазном включении, что повышает механическую прочность и увеличивает долговечность излучателей.

Особо следует отметить исследования цилиндрических излучателей волноводного типа. Предложенная система (защищена патентом) по принципу работы напоминает используемые в радиотехнике антенны бегущей волны. Из результатов, представленных в автореферате, следует, что АЧХ такого излучателя имеет флуктуирующий характер, а уровень тыльного излучения невелик. В процессе исследований установлено, что при увеличении количества секций цилиндрического волновода тыльное излучение уменьшается, а расширение полосы носит нерегулярный характер.

Результаты численного моделирования и экспериментальных исследований иллюстрируются 54 рисунками, выполненными графически безупречно и информативно, что позволяет достаточно полно оценить полученные автором результаты.

В целом работа представляет комплекс теоретических и экспериментальных исследований, имеющих важное значение для построения широкополосных излучающих преобразователей и антенн. Следует также отметить, что на базе представленных аналитических решений, методов построения, опираясь на численные результаты по высокочастотным излучателям, видимо, могут быть получены результаты прикладного характера по построению низкочастотных широкополосных излучателей.

Имеется ряд замечаний по автореферату.

1) По разделу «Общая характеристика работы»:

– стр.3, абзац «В настоящее время». В числе используемых в акустике широкополосных сигналов названы не используемые фазо-модулированные сигналы, но не названы амплитудно-модулированные, которые встречаются в других разделах автореферата;

– стр.4, раздел «Задачи». В п.1 автор называет «обоснование построения стержневых и пластинчатых преобразователей», что действительно имеет место в работе, но ранее, на стр.3, указано, что наибольшее распространение получили стержневые и цилиндрические преобразователи, а пластинчатые не упоминаются;

– стр.4, раздел «Методы». В числе методов упоминается теория спец. функций; однако, в тексте автореферата среди 9 пронумерованных формул и пронумерованных единственная спец.функция – это функция Бесселя нулевого порядка, которая используется как табличная, для расчетов. Какие положения из теории спец.функций использованы в работе, из текста автореферата не ясно;

– стр.6, раздел «Значимость». В различных разделах автор упоминает о возможности формирования ультракоротких импульсов длительностью 1-1,5 периода. Известно (см., например, Коновалов С.И., Кузьменко А.Г. Расчет характеристики направленности антенны в импульсном режиме – Судостр. пром-сть, сер. Общетеχνич. 1989, вып.23, с.7-11), что для формирования ХН должны быть выполнены определенные соотношения между длительностью импульса и волновым размером раскрытия. Об антеннах, в которых используются ультракороткие импульсы, как это соотносится с направленными свойствами в автореферате не упоминается. При расчете ХН (стр.15, п.2.5) подход формальный, используется преобразование Фурье, не учитываются переходные процессы при формировании ХН с короткими импульсами.

2) По разделу «Основное содержание работы»:

– стр.10, начало раздела 2. Трудно согласиться, что в более ранних работах не учитывалось влияние стяжки в различных конструкциях излучателей, т.к. стяжка использовалась в излучателях с 60-х гг.;

– стр.36-37. На стр.36 преобразователи названы безэкранными, а на стр.37 указано, что при наличии экранов уровень тыльного излучения для макетов не превышал 5...10%;

– по излучателю волноводного типа. Трудно согласиться с подходом соискателя к трактовке результатов решения задачи излучения системы соосных цилиндров с внешним экраном. В работе сделана попытка объяснения результатов с позиции волноводной теории и, видимо, поэтому конструкция системы названа «волноводным излучателем». Фактически получено решение задачи об излучении фазированной антенной решетки экранированных преобразователей. Теория излучения из открытого конца экранированного волновода в принципе может быть применена в указанной конструкции при условии отсутствия развязывающих элементов между цилиндрами и правильной формулировке возбуждения волны, не совпадающего с полем излучения внутренней полости экранированного цилиндра конечных размеров, которое предложено использовать в конструкции системы цилиндров.

3) По списку публикаций автора:

– отнесение публикации к той или иной категории (разделы 1, 2, 5) не коррелирует с соответствующими требованиями ВАК, в частности, Акустический журнал с первого выпуска (1955 г.) полностью переводится под различными названиями на английский

