

Зыонг Минь Хай

Математические модели и методы оптимизации систем гидроакустического экранирования для подводных транспортных средств

**Специальность 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации
(технические системы)**

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

МОСКВА - 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии “Научно-исследовательский и экспериментальный институт автомобильной электроники и электрооборудования” Министерства промышленности и торговли РФ

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

доктор технических наук, профессор
Сторожев Валерий Иванович

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Карабутов Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры информатики и компьютерных технологий ФГБОУ ВПО Московская государственная академия водного транспорта,

Феофанов Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и электрооборудования ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный государственный технический Университет (МАДИ).

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)

Защита состоится "02" июня 2016 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 217.047.01 во ФГУП ”Научно-исследовательский и экспериментальный Институт автомобильной электроники и электрооборудования“ Министерства промышленности и торговли РФ по адресу: 105187, Москва, ул. Кирпичная д.39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП ”Научно-исследовательский и экспериментальный Институт автомобильной электроники и электрооборудования“ Министерства промышленности и торговли РФ

Автореферат разослан "29"марта 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного Совета Д 217.047.01
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Варламов О.О



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из сохраняющих первостепенную актуальность аспектов научно-технической проблематики в области проектирования и эксплуатации различных категорий подводных транспортных средств (ПТС) была и остается проблема их акустических полей. Задача снижения уровня акустической активности ПТС в общем контексте обусловлена требованиями уменьшения степени гидроакустической «зашумленности» как фактора негативного влияния на экологическую обстановку и состояние окружающей среды, на процессы морского промысла, на технологии гидролокации и подводной связи. Для ПТС специального назначения проблема гидроакустической защищенности заключается в снижении возможности их пассивного обнаружения и идентификации по генерируемым акустическим сигналам различной природы, уровня и спектра; в снижении вероятности выхода на уровни гидроакустической чувствительности для систем противолодочного вооружения; в снижении уровней интенсивности и контрастности отраженных от ПТС сигналов в технологиях активного гидроакустического зондирования. Для ПТС, используемых в автоматизированных технологиях глубоководного монтажа, высокие уровни собственных гидроакустических излучений и дифракционные поля гидроакустических волн усложняют функционирование и снижают точность работы гидроакустических устройств связи, локации и позиционирования, и ключевыми заданиями являются обеспечение эффективного направленного излучения «незашумленных» гидроакустических сигналов, энергетически эффективного контрастного приема, фильтрации и обработки сигналов данной физической природы. Сходные проблемы, связанные с уровнями акустической активности, свойственны и для ПТС, используемых для научных целей при осуществлении гидрофизических изысканий, в подводной картографии, в сейсмоакустике. Решение каждой из этих проблем имеет круг целевых заданий в зависимости от категории и специфики условий эксплуатации ПТС.

При неоспоримых достижениях системных научных исследований и реализованных высокотехнологичных разработках в данных областях, возможности совершенствования научной базы для развития новых оптимизированных технологий гидроакустической защиты и гидроинформационного обмена далеко не исчерпаны. Это касается, в частности, актуальных проблем разработки, системного анализа и структурно-параметрической оптимизации моделей технических систем гидроакустических покрытий и гидроакустического экранирования для конструкций и приборов подводных транспортных средств. Несмотря на значительное количество опубликованных теоретических исследований и защищенных патентами технических решений в области проектирования конструкций гидроакустических экранов и корпусных защитных гидроакустических покрытий ПТС, доминирующую их часть составляют исследования по изотропным виброзащитным покрытиям составной многослойной структуры, содержащим эластичные слои с высокими показателями демпфирования, рассеяния энергии ультразвуковых волновых колебаний и конструкциям покрытий в виде изотропного эластичного слоя (пакета слоев), содержащего внутренние полости с различными геометрическими конфигурациями, заполнениями и схемами взаимного расположения. При этом, вопросы математического моделирования, системного анализа и структурно-параметрической оптимизации технических систем гидроакустических экранов и защитных гидроакустических покрытий для корпусных конструкций и приборов ПТС на основе использования особенностей распространения волн механических деформаций в низкосимметричных анизотропных вязкоупругих материалах, а также специфики волнового деформирования нового современного класса неоднородных функционально-градиентных материалов, остаются новыми неисследованными актуальными заданиями для рассматриваемой научно-технологической области. Это в полной мере относится и к проблеме гидроакустического

экранирования излучателей и гидроакустических антенн ПТС, поскольку при всем разнообразии подходов к разработке подобных конструкций вопросы использования в них низкосимметричных анизотропных функционально-градиентных упругих и вязкоупругих материалов являются на сегодняшний день открытыми актуальными и перспективными задачами моделирования, системного анализа и структурно-параметрической оптимизации характеристик гидроакустических преобразователей. Представленные соображения в полной мере определяют актуальность темы данной диссертационной работы.

Целью диссертационной работы является разработка методов и алгоритмов исследования, системного анализа, структурно-параметрической оптимизации и управления параметрами теоретических моделей акустической активности подводных транспортных средств и функционирования технических систем гидроакустических экранов и покрытий для конструкций и приборов подводных транспортных средств, создаваемых с использованием материалов, обладающих комплексами усложненных физико-механических свойств.

Объектом исследования являются методы снижения гидроакустической активности и гидроакустического экранирования конструкций и приборов подводных транспортных средств.

Предметом исследования являются математические модели функционирования, структурно-параметрической оптимизации и управления параметрами технических систем гидроакустических экранов и покрытий для конструкций и приборов подводных транспортных средств из неоднородных анизотропных материалов.

На защиту выносятся:

1. Нечеткая разветвленная иерархическая модель обобщенного индекса гидроакустической активности подводных транспортных средств.
2. Методы и результаты теоретического анализа математических моделей функционирования и структурно-параметрической оптимизации характеристик технических систем плоских однослойных и многослойных гидроакустических покрытий и элементов экранирования из однородных упругих и вязкоупругих анизотропных материалов.
3. Методы и результаты теоретического анализа математических моделей функционирования и структурно-параметрической оптимизации характеристик технических систем плоских гидроакустических покрытий и элементов экранирования из неоднородных функционально-градиентных упругих и вязкоупругих анизотропных материалов.
4. Математические модели и подходы к структурно-параметрической оптимизации многосвязных конструктивных элементов с цилиндрическими поверхностями для технических систем гидроакустического экранирования из неоднородных функционально-градиентных упругих и вязкоупругих анизотропных материалов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Осуществлен комплексный системный анализ проблемы гидроакустической активности подводных транспортных средств, методов ее снижения и предложена нечеткая иерархическая инструментально-экспертная модель обобщенного индекса их гидроакустической активности.
2. Разработаны и исследованы теоретические математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации характеристик технических систем плоских однослойных анизотропных гидроакустических покрытий и элементов экранирования для конструкций и приборов подводных транспортных средств.
3. Разработаны и исследованы математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации характеристик для технических систем структурированных многослойных плоских анизотропных гидроакустических покрытий и элементов экранирования конструкций и приборов подводных транспортных средств.

4. Разработаны и исследованы математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации характеристик технических систем плоских гидроакустических покрытий и элементов экранирования подводных транспортных средств из функционально-градиентных анизотропных упругих и вязкоупругих материалов.

5. Разработаны и исследованы математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации многосвязных технических систем гидроакустического экранирования цилиндрических преобразователей и антенн подводных транспортных средств с использованием компонентов из функционально-градиентных анизотропных упругих и вязкоупругих материалов.

6. Разработаны и исследованы усовершенствованные прикладные математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации технических систем перфорированных многосвязных поперечно-анизотропных гидроакустических покрытий с разнотипно герметизированными цилиндрическими полостями для подводных транспортных средств.

Методы исследования. В работе использованы методы апробированные методы системного анализа, нечетко-множественного иерархического моделирования и многокритериальной структурно-параметрической оптимизации, теоретические методы гидроакустики и теории волновых процессов в анизотропных конструкционных элементах технических систем.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием в исследованиях строгих математических методов, методов системного анализа и апробированных моделей физико-механических процессов; анализом результатов, получаемых на разных стадиях апробации разрабатываемых моделей и алгоритмов, в том числе, результатов компьютерного моделирования; физической непротиворечивостью и согласованностью результатов, полученных для предельных частных случаев, с представленными в научной литературе результатами других исследований и опытными данными.

Практическая ценность работы. Разработанные в диссертации теоретические модели и методы, а также закономерности и выводы, полученные в результате исследований, являются основой для проектных конструкторских технических решений, обеспечивающих снижение гидроакустической активности подводных транспортных средств, а также повышение точности работы их гидроакустического приборного оснащения.

Реализация результатов работы. Результаты диссертационной работы получили свое применение в виде практического внедрения на ряде предприятий и институтов различных стран. В частности, математические модели и алгоритмы реализованы в виде методик и комплексов прикладных программ и использовались:

в научно-исследовательских и опытно - конструкторских работах Технического Института Военно-Морского флота Вьетнама;

в учебных курсах «Системное проектирование» в Морском Университете г. Хайфон, Вьетнам;

в опытно - конструкторских работах научно-производственных компаний судостроительного сектора Вьетнама.

Апробация результатов работы. Основные теоретические положения подтверждены при использовании в практической деятельности ряда проектных и технических организаций Вьетнама. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на ряде научных и научно-технических конференций, семинаров и совещаний, в том числе: на научно-технических семинарах в Научно-исследовательском и экспериментальном институте автомобильной электроники и электрооборудования Министерства промышленности и торговли РФ (г. Москва, 2012 – 2015гг.); в Национальном Технологическом Университете г. Хошимин (СРВ), Национальном

Транспортном Университете г. Хошимин (СРВ), научно-практических конференциях Министерства энергетики и транспорта Вьетнама (2012 – 2015гг.); на Международной летней научной школе «Парадигма» (20-23 августа 2015г., г. Варна, Республика Болгария).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 52 научные работы, в числе которых 4 статьи в научно-технических журналах, рекомендованных ВАК РФ и одна монография.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения с основными выводами и результатами по работе, списка литературы и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности рассматриваемой проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, представлена характеристика основных научных положений и результатов работы, а также их практической ценности и данных апробации.

В первой главе работы представлены результаты исследований, относящихся к развернутой характеристике, формализации и постановке проблемы системного анализа комплекса технических факторов феномена собственной акустической активности подводных транспортных средств (ПТС) и изучению функциональных системных связей указанных факторов. В множество обобщенных факторов собственной акустической активности ПТС в качестве определяющих включены шум машин и механизмов; шум винта; гидродинамический шум; эксплуатационный шум функционирования инфраструктуры, рабочих процессов и действий экипажа; сигналы акустической эмиссии, связанной с деформациями корпуса при высоких давлениях; сигналы активных гидроакустических приборов. Применительно к каждому из перечисленных факторов представлены детализированные характеристики технических систем и процессов, являющихся источниками акустического излучения со свойственными количественными и качественными характеристиками спектров, амплитудно-частотными параметрами узкополосных и широкополосных шумов. Описаны факторы формирования вторичного акустического поля, генерируемого вследствие отражения от корпуса ПТС акустических волн от внешних источников. Рассмотрен аспект исследуемой проблемы, связанный с системным анализом влияния факторов собственной и внешней акустической активности на эффективность функционирования элементов информационных гидроакустических приборных комплексов ПТС. Дана развернутая системная характеристика ведущих методов снижения гидроакустической активности технических систем подводных транспортных средств, к которым в частности, относятся увеличение точности изготовления валов; улучшение обработки зубчатых передач; снижение веса вращающихся частей и уравнивание движущихся масс; установка звукопоглощающих кожухов на двигатели; снижение уровня отраженных шумов в связи с применением пористых или волокнистых облицовок для внутренних поверхностей машинных отделений; установка механизмов на амортизаторы и звукоизолирующие фундаменты; устранение жестких связей механизмов с корпусом ПТС при использовании пневматических амортизаторов; размещение элементов оборудования с созданием свободного пространства для рассеивания звуковых волн; глушение шумов выхлопных и всасывающих систем; применение режима естественной циркуляции в энергетических реакторных установках с выведением одного борта, отключением циркуляционного насоса другого борта и осуществлением переноса охладителя первого контура за счет разницы температур; использование естественной циркуляции теплоносителя первого контура энергетического реактора на всех режимах работы, кроме режима, соответствующего максимальной мощности; совершенствование геометрии гребных

винтов, применение малошумных гребных винтов специальной конструкции и ликвидацию высокочастотной вибрации гребного винта, возникающей из-за резонансных колебаний его лопастей; увеличение размеров гребных винтов с уменьшением скорости их вращения; использование одноосных винтов с противоположными направлениями вращения для ламинаризации закручиваемых потоков; отказ от гребных винтов с переходом на единые двигательные установки, работающие по принципу гидрореактивных двигателей с паровой струей или с механизмом непосредственного использования ядерной энергии для ускорения протекающей через двигатель воды; введение в окружающую водную среду полимерных добавок для снижения сопротивления движению и соответствующего уменьшения мощности двигателей, необходимо для достижения требуемых скоростей с понижением доли шумов, вносимых механизмами и винтами в собственный шум; изменение конструкции носовой оконечности; конструирование корпуса каплеобразной формы; использование внешних обводов корпусов ПТС, создающих эффекты рассеивания падающих гидроакустических сигналов аналогично стелс-технологиям; создание обтекаемой формы ограждений выдвижных устройств; ламинаризация обтекающих потоков при помощи технологий отсоса некоторой части воды из непосредственно прилегающего к корпусу потока; ламинаризация обтекающих потоков при помощи покрытий корпуса, повторяющих особенности строения кожи дельфина; покрытие корпуса ПТС высокоэффективными звукопоглощающими материалами.

В первом разделе работы рассмотрены также проблемные задания оптимизации характеристик излучения и захвата сигналов в информационных гидроакустических системах ПТС, связанные с экранированием гидроакустических антенн и преобразователей, а также подставлена структурная классификация типологии гидроакустических помех.

В рамках формализации, постановки и разработки подходов к решению обобщенной задачи системного анализа и управления факторами акустической активности в первом разделе работы построена нечеткая иерархическая модель обобщенного индекса потенциальной акустической активности **ИРАА** (Index of Potentially Acoustical Activity) ПТС. Предложенная версия методики формирования нечеткого обобщенного индекса **ИРАА** в рамках разветвленной иерархической инструментально-экспертной модели имеет структуру и конфигурацию причинно-следственных связей (парциальных факторов акустической активности ПТС), представленную на рис.1. Модель предназначена для поддержки управленческих решений в процессе выработки многокритериальных оптимизированных стратегий снижения акустической активности подводных транспортных средств в условиях задания различных комплексов технико-экономических и технологических ограничений. Критериями SI третьего иерархического уровня в модели являются показатели парциальной степени выраженности акустической активности ПТС, обусловленной работой машин и механизмов (S1); кавитационными эффектами при работе гребного винта (S2); гидродинамическим шумом при движении (S3); функционированием инфраструктуры, рабочими процессами и действиями экипажа (S4); деформациями корпуса при высоких давлениях (S5); сигналами активных гидроакустических систем (S6); звукоотражающими свойствами корпуса (S7). В целом модель включает 34 критерия исходных иерархических уровней, описываемых нечеткими множествами количественного либо лингвистического типа с ⁵соответствующими функциями принадлежности $\mu_{S_{ij}}(x)$, $\mu_{S_{ijk}}(x)$. В качестве таких критериев, в частности, используются показатели парциальной степени выраженности акустической активности, обусловленной вращением несбалансированных частей машин, эксцентричных валов или якорей двигателей (S111); наличием повторяющихся толчков и соударений, возникающих при зацеплении зубчатых колес редукторов (S112); вращением якорей со щелями в электродвигателях (S113); возвратно-поступательным движением отдельных частей механизмов, в первую очередь поршневых машин, приводимых в движение взрывами

рабочей смеси в цилиндрах (S114); кавитацией и турбулентностью потока жидкости в помпах, трубопроводах, клапанах и конденсаторных установках двигательных агрегатов (S115); механическим трением в подшипниках и цапфах оборудования (S116), определяющие критериальный показатель парциальной степени выраженности акустической активности, обусловленной работой комплекса двигательной установки ПТС (S11) и т.д.

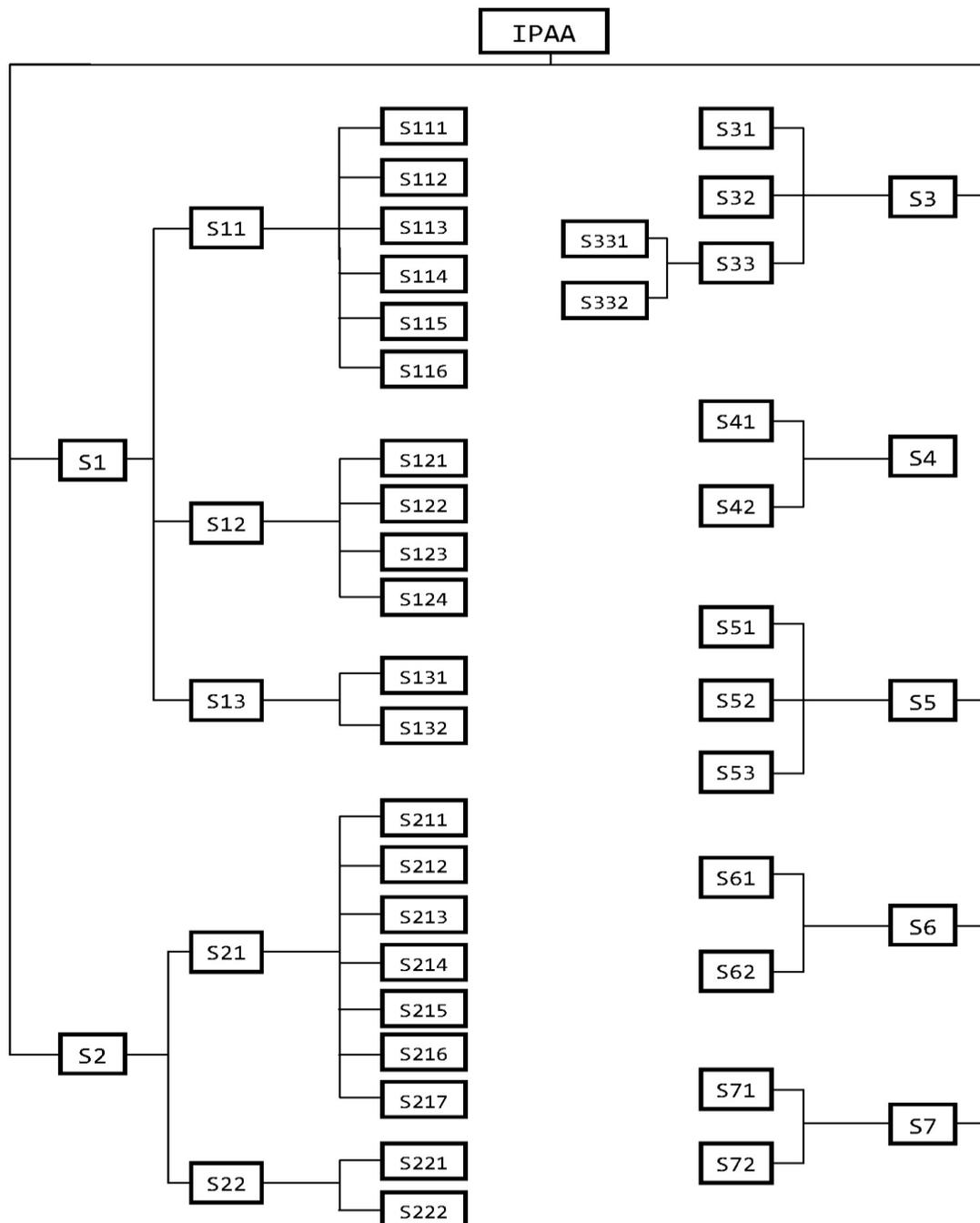


Рис.1. Структура инструментально-экспертной иерархической модели формирования показателя **IPAА**.

Определение показателя **IPAА** реализуется на основе методики последовательного формирования обобщенных критериев качества сложных нечетких систем на каждом из

уровней иерархии, в рамках которого решается задача ранжирования частных критериев внутри каждой из групп различных иерархических уровней $\{S_{ijk}\}$, $\{S_{ij}\}$, $\{S_i\}$ на базе использования матриц экспертных парных сравнений значимости частных критериев с контролируемыми показателями согласованности, содержащих числовые либо нечетко-интервальные элементы. Агрегирование частных критериев различных уровней в каждом из выделенных подмножеств S_{ijk} , S_{ij} , S_i после определения рангов критериев $\{\alpha_p^{(S_{ijk})}\}$, $\{\alpha_p^{(S_{ij})}\}$, $\{\alpha_p^{(S_i)}\}$ внутри соответствующих групп последовательно осуществляется с использованием приема аддитивной свертки на основе соотношений

$$\mu_{S_{ij}}(x) = \alpha_1^{(S_{ij1})} \mu_{S_{ij1}}(x) + \alpha_2^{(S_{ij2})} \mu_{S_{ij2}}(x) + \dots + \alpha_{N_{ij}}^{(S_{ijN_{ij}})} \mu_{S_{ijN_{ij}}}(x),$$

$$\mu_{S_i}(x) = \alpha_1^{(S_i1)} \mu_{S_i1}(x) + \alpha_2^{(S_i2)} \mu_{S_i2}(x) + \alpha_{N_i}^{(S_iN_i)} \mu_{S_iN_i}(x),$$

$$\mu_{\text{ПРАА}}(x) = \alpha_1^{(S^1)} \mu_{K1}(x) + \alpha_2^{(S^2)} \mu_{K2}(x) + \dots + \alpha_7^{(S^7)} \mu_{S7}(x),$$

где N_{ij} , N_j – соответственно количество нечетких частных критериев в соответствующей группе, либо альтернативно для получения жестких оценок с использованием приема мультипликативной свертки. Представленная модель применима для получения индикативных оценок в случаях возможного варьирования показателей степени использования тех или иных учитываемых в ней механизмов снижения акустической активности, после чего для выработки рационального конструкторского решения осуществляется анализ альтернатив. Использование построенной модели для выработки стратегий дальнейшего снижения акустической активности ПТС предполагает определение в процессе вычислительных экспериментов показателей приоритетности и требуемой степени коррекции для характеристик меры выраженности положительного эффекта влияния учитываемых в модели факторов с целью достижения оптимизированных показателей эндогенного критерия ПРАА.

Также в первой главе диссертации представлены данные анализа систем, средств и методов акустической защиты конструкций и приборов подводных транспортных средств, включая характеристику подходов к созданию технических систем защитных обтекателей и оптимизированных систем гидроакустического экранирования для антенн и излучателей гидроакустических комплексов подводных транспортных средств, гидроакустических покрытий для конструкций корпуса. Представленные данные являются основой для выработки направлений системного анализа, математического моделирования и принятия технологических конструкторских решений в области дальнейшей оптимизации систем гидроакустического экранирования для подводных транспортных средств, включая решения, базирующиеся на применении современных типов анизотропных функционально-градиентных материалов.

Вторая глава диссертационной работы посвящена разработке методов и алгоритмов решения задач оптимизации функциональных характеристик технических систем гидроакустических покрытий и элементов систем экранирования для рабочих элементов устройств приема и передачи гидроакустической сигнальной информации, результаты анализа которых лежат в основе решения проблемы структурно-параметрического синтеза механизмов снижения акустической активности ПТС. В рамках осуществляемого теоретического численно-аналитического исследования сформулированы основные постановочные соотношения моделей функционирования однослойных и многослойных плоских элементов систем гидроакустической защиты и экранирования из низкосимметричных однородных анизотропных вязкоупругих материалов, в том числе, соотношения модели однослойного плоского экранирующего элемента в акустической среде, модели многокомпонентного экранирующего покрытия с

системой твердых анизотропных и жидкостных слоев, модели многокомпонентного плоского экранирующего элемента с системой идеально контактирующих твердых анизотропных слоев. Механизмы функционирования покрытий наряду с вязкоупругим демпфированием обусловлены трансформационными эффектами парциального генерирования в их низкосимметричных анизотропных элементах поперечных волн деформаций при нормальном падении на их поверхности продольных волн гидроакустического давления.

В качестве ключевого элемента анализа рассматриваемых моделей построено решение задачи об отражении-преломлении линейной плоской волны гидроакустического давления с комплексным потенциалом $\Phi_{01}^{(-)} = P_{01}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(-)} x_3))$ при нормальном падении на поверхность $x_3 = -h$ деформируемого слоя $V_L = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2, x_3 \in [-h, 0]\}$ из материала рассматриваемого класса в случае контакта граничных плоскостей слоя с разнотипными идеальными слабосжимаемыми жидкостями в областях $V_F^{(-)} = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2, x_3 \in (-\infty, -h)\}$, $V_F^{(+)} = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2, x_3 \in (0, \infty)\}$. Исследование модели реализовано с использованием теоретического алгоритма анализа линейных краевых задач математической физики для систем дифференциальных уравнений в частных производных с постоянными коэффициентами, в процессе применения которого на базе приема разделения переменных осуществляется интегрирование системы дифференциальных уравнений относительно функций пространственной толщины координаты методом Эйлера и использование получаемых решений в формулируемых краевых условиях задачи. На его основе получены аналитические представления для определяющих функциональные свойства рассматриваемого элемента амплитудных характеристик гидроакустических давлений $P_{02}^{(-)}, P_0^{(+)}$ в отраженных и прошедших экранирующий слой волнах

$$P_{02}^{(-)} = \Delta_o(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h) \cdot P_{01}^{(-)}, \quad P_0^{(+)} = \Delta_p(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h) \cdot P_{01}^{(-)},$$

в которых характеристики $\Delta_o(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h) = \mathfrak{G}_{73}\delta_1 + \mathfrak{G}_{77}\delta_2$, $\Delta_p(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h) = \mathfrak{G}_{83}\delta_1 + \mathfrak{G}_{87}\delta_2$ выражаются через элементы обратной функциональной матрицы $\|\mathfrak{G}_{ij}\| = [M(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)]^{-1}$ для матрицы блочной структуры $M(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h) = \|\|m_{ij}\|\|$ ($i, j = \overline{1, 8}$), ненулевые элементы которой имеют вид

$$\begin{aligned} m_{j, 2q-1} &= k_q^{(+)}(c_{6-j, 5}\hat{u}_{1q}^{(+)} + c_{6-j, 4}\hat{u}_{2q}^{(+)} + c_{6-j, 3}\hat{u}_{3q}^{(+)}) \cdot \exp(-ik_q^{(+)}h), \\ m_{j, 2q} &= k_q^{(-)}(c_{6-j, 5}\hat{u}_{1q}^{(-)} + c_{6-j, 4}\hat{u}_{2q}^{(-)} + c_{6-j, 3}\hat{u}_{3q}^{(-)}) \cdot \exp(-ik_q^{(-)}h), \\ m_{j+3, 2q-1} &= k_q^{(+)}(c_{6-j, 5}\hat{u}_{1q}^{(+)} + c_{6-j, 4}\hat{u}_{2q}^{(+)} + c_{6-j, 3}\hat{u}_{3q}^{(+)}) \cdot \exp(-ik_q^{(+)}h), \\ m_{j+3, 2q} &= k_q^{(-)}(c_{6-j, 5}\hat{u}_{1q}^{(-)} + c_{6-j, 4}\hat{u}_{2q}^{(-)} + c_{6-j, 3}\hat{u}_{3q}^{(-)}) \cdot \exp(-ik_q^{(-)}h), \\ m_{3, 7} &= -i\omega\rho_0^{(-)} \cdot \exp(ik_F^{(-)}h), \quad m_{6, 8} = -i\omega\rho_0^{(+)}, \quad m_{7, 2q-1} = -i\omega\hat{u}_{3q}^{(+)} \cdot \exp(-ik_q^{(+)}h), \\ m_{7, 2q} &= -i\omega\hat{u}_{3q}^{(-)} \cdot \exp(-ik_q^{(-)}h), \quad m_{8, 2q-1} = -i\omega\hat{u}_{3q}^{(+)}, \quad m_{8, 2q} = -i\omega\hat{u}_{3q}^{(-)}, \\ m_{77} &= -ik_F^{(-)} \cdot \exp(ik_F^{(-)}h), \quad m_{88} = ik_F^{(+)} \quad (j, q = \overline{1, 3}) \end{aligned}$$

и выражаются через параметры плотности в невозмущенном состоянии $\rho_0^{(-)}$, $\rho_0^{(+)}$ и модули сжимаемости при адиабатических процессах $\kappa^{(-)}$, $\kappa^{(+)}$ для акустических сред, параметр плотности ρ и компоненты матрицы упругих постоянных c_{ij} , $c_{ij} = c_{ji}$ ($i, j = \overline{1,6}$) для материала экранирующего слоя толщины h , а также амплитудный параметр падающей гидроакустической волны и параметр циклической частоты волнового процесса.

Результаты представленного анализа лежат в основе решения проблемы структурно-параметрического синтеза новых высокоэффективных плоских элементов для технических систем гидроакустического экранирования подводных транспортных средств. С их использованием в последующих подразделах данной главы реализован анализ структурной модели многослойного экранирующего элемента в виде пакета разнородных анизотропных слоев рассматриваемого класса симметрии, а также структурной модели экранирующего элемента с системой чередующихся плоских анизотропных и жидкостных слоев, конструкция которого обуславливает квазимультимпликативный эффект снижения интенсивности продольных составляющих в волнах деформаций, возбуждаемых исходной падающей гидроакустической волной. Применительно ко всем случаям составных экранирующих пакетов рассматриваемой конструкционной структуры также получены выражения для амплитудных характеристик гидроакустических давлений в отраженных и прошедших экранирующей элемент волнах. В случае N -слоистой твердотельной структуры они имеют форму, записываемую через элементы обратной функциональной блочно-ленточной матрицы порядка $6 \cdot N + 2$ и амплитудный параметр падающей акустической волны $P_1^{(+)}$

$$\begin{aligned} P_1^{(-)} &= \tilde{\Delta}_o(c_{ij}^{(n)}, \rho^{(n)}, \kappa_{F1}, \rho_{F1}, \kappa_{F2}, \rho_{F2}, \omega, h_n) P_1^{(+)}, \\ P_2^{(+)} &= \tilde{\Delta}_p(c_{ij}^{(n)}, \rho^{(n)}, \kappa_{F1}, \rho_{F1}, \kappa_{F2}, \rho_{F2}, \omega, h_n) P_1^{(+)}, \end{aligned}$$

а в частном случае пакета из двух твердотельных анизотропных слоев с жидкостной прослойкой – форму, записываемую через элементы обратной функциональной блочно-ленточной матрицы 16 порядка и амплитудный параметр падающей акустической волны $P_1^{(+)}$

$$\begin{aligned} P_1^{(-)} &= \tilde{\Delta}_o(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j) P_1^{(+)}, \\ P_3^{(+)} &= \tilde{\Delta}_p(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j) P_1^{(+)}, \\ \tilde{\Delta}_o(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j) &= \tilde{\mathfrak{G}}_{73} \tilde{\delta}_1 + \tilde{\mathfrak{G}}_{74} \tilde{\delta}_2, \\ \tilde{\Delta}_p(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j) &= \tilde{\mathfrak{G}}_{16,3} \tilde{\delta}_1 + \tilde{\mathfrak{G}}_{16,4} \tilde{\delta}_2, \end{aligned}$$

$$\tilde{\delta}_1 = i\omega\rho_{F1}, \quad \tilde{\delta}_2 = -ik_{F3}, \quad \|\tilde{\mathfrak{G}}_{ij}\| = [\tilde{M}(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j)]^{-1}.$$

На основании результатов анализа моделей функционирования рассмотренных плоских элементов гидроакустических экранов (пассивных звукоизолирующих отражающих или поглощающих конструкций), рассмотрена проблема их структурно-параметрической оптимизации в соответствии с задачами формирования характеристик направленности, улучшения энергетических показателей преобразователей-излучателей и повышения помехоустойчивости приемных гидроакустических антенн ПТС. Во всех случаях оценки функциональных свойств гидроакустического экрана осуществлялся системный анализ соотношений интенсивностей падающего на его поверхность волнового

сигнала, отражаемого от экрана волнового сигнала и волнового сигнала, генерируемого в области за элементом экранирования (преломленного волнового сигнала). Исходя из конкретизации функционального назначения элементов систем экранирования сформулированы различные варианты постановки задачи структурно-параметрической оптимизации конструкций гидроакустических экранов. Так, для конструкции помехозащитного экрана сформулировано условие минимизации характеристик прохождения внешних волновых сигналов в зону за экранирующим покрытием, и критерием качества выступает минимизация соотношения интенсивностей падающих на экран и генерируемых на его внутренней поверхности акустических сигналов. Применительно к задаче концентрирования экранами волновых сигналов в зонах размещения электромеханических преобразователей приемных антенн, критерием качества выступает максимизация соотношения интенсивностей падающих на экран и отражаемых экраном волновых сигналов. К двум вышеуказанным критериальным факторам оптимизации могут добавляться факторы уровня механической жесткости конструкций, обеспечения заданного уровня толщин и масс плоских экранов, эффективности их функционирования в определенных частотных диапазонах и ряд других, в связи с чем рассматриваемая задача представляет собой крайне сложную задачу многокритериальной оптимизации с нечеткой гранью между целевыми критериями и ограничениями. В рамках данных целевых заданий исследования применительно к однослойным и многослойным звукоизолирующим элементам гидроакустического экранирования получены и для ряда конкретных случаев с использованием разработанных алгоритмов исследованы условия минимизации соотношений интенсивностей акустических давлений в волне, генерируемой у тыльной поверхности плоского экранирующего элемента и волне, нормально падающей на лицевую поверхность плоского элемента экранирования

$$\begin{aligned} & \min\{(\rho_0^{(+)} / \rho_0^{(-)})\Delta_p(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\}, \\ & \min\{(\rho_{F3} / \rho_{F1})\tilde{\Delta}_p(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j)\}, \\ & \min\{(\rho_{F2} / \rho_{F1})\check{\Delta}_p(c_{ij}^{(n)}, \rho^{(n)}, \kappa_{F1}, \rho_{F1}, \kappa_{F2}, \rho_{F2}, \omega, h_n)\}. \end{aligned}$$

Применительно к однослойным и многослойным концентрирующим элементам экранирования получены и в ряде случаев исследованы условия максимизации для соотношения интенсивностей волновых давлений в отраженной волне и исходной волне, нормально падающей на лицевую поверхность плоского элемента экранирования

$$\begin{aligned} & \max\{\Delta_o(c_{ij}, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\}, \\ & \max\{\tilde{\Delta}_o(c_{ij}^{(q)}, \rho^{(q)}, \kappa_{Fj}, \rho_{Fj}, \omega, h_j)\}, \\ & \max\{\check{\Delta}_o(c_{ij}^{(n)}, \rho^{(n)}, \kappa_{F1}, \rho_{F1}, \kappa_{F2}, \rho_{F2}, \omega, h_n)\}. \end{aligned}$$

При фиксированной структуре экранирующих элементов сформулированные задачи параметрической оптимизации исследованы в заданных частотных диапазонах при конкретных характеристиках вмещающих жидкостей и в рамках систем ограничений на параметры плотностей и толщин, а также ограничений, накладываемых на множества значений пятнадцати фигурирующих в соотношениях моделей различных независимых ненулевых упругих постоянных C_{ij} анизотропных материалов триклинной системы. С учетом наличия аналитических представлений для всех промежуточных характеристик анализируемых моделей, эффективным приемом решения задачи нелинейной параметрической оптимизации явилось использование специализированных программных приложений, поддерживающих аппараты компьютерной алгебры и методы компьютерного анализа. Результаты реализации и прикладного применения описанных методик структурно-параметрической оптимизации характеристик плоских элементов

систем гидроакустического экранирования с повышенной жесткостью из низкосимметричных анизотропных материалов, предназначенных для работы в условиях действия высоких гидростатических давлений, отражены в методических материалах по внедрению.

Третья глава работы посвящена проблемам моделирования и структурно-параметрической оптимизации конструкций плоских элементов систем экранирования из неоднородных функционально-градиентных анизотропных материалов. В рамках выполненных исследований разработаны и проанализированы модели плоских однослойных элементов систем экранирования из функционально-градиентных анизотропных материалов с различными типами экспоненциально-степенной толщинной неоднородности. Применительно к рассматриваемому случаю сформулированные выше соотношения модели однослойного анизотропного плоского гидроакустического экрана дополнялись тремя типами зависимостей для физико-механических характеристик функционально-градиентных материалов: материалов с экспоненциальной толщиной неоднородностью $\tilde{\rho}(x_3) = \rho \cdot \exp(\lambda x_3)$, $\tilde{c}_{ij}(x_3) = c_{ij} \cdot \exp(\lambda x_3)$; материалов

с экспоненциально-степенной толщиной неоднородностью $\tilde{\rho}(x_3) = \rho \cdot \exp(\lambda x_3^p)$, $\tilde{c}_{ij}(x_3) = c_{ij} \cdot \exp(\lambda x_3^p)$ ($p \geq 2$); материалов с симметричной относительно

срединной плоскости слоя экспоненциально-степенной толщиной неоднородностью

$\tilde{\rho}(x_3) = \rho \cdot \exp(\lambda(2x_3/h - 1)^p)$, $\tilde{c}_{ij}(x_3) = c_{ij} \cdot \exp(\lambda(2x_3/h - 1)^p)$ ($p = 2m \geq 2$)

Для исследования модели экранирующего элемента с экспоненциальной толщиной неоднородностью использован теоретический алгоритм анализа линейных краевых задач, элементом которого после применения приема разделения переменных является интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений относительно функций пространственной толщиной координаты методом Эйлера. В процессе же исследования моделей анизотропных экранирующих пластин с разнотипной экспоненциально-степенной толщиной неоднородностью элементом реализации теоретического алгоритма после разделения переменных является аналитическое интегрирование систем обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, имеющих векторно-матричную форму записи

$$[M_C \partial_3^2 + \lambda p M_C x_3^{p-1} \partial_3 + M_\Omega] \bar{u}_\alpha(x_3) = 0,$$

$$M_C = \begin{pmatrix} c_{55} & c_{54} & c_{53} \\ c_{45} & c_{44} & c_{43} \\ c_{35} & c_{34} & c_{33} \end{pmatrix}, M_\Omega = \begin{pmatrix} \Omega^2 & 0 & 0 \\ 0 & \Omega^2 & 0 \\ 0 & 0 & \Omega^2 \end{pmatrix}.$$

Решения систем данного типа получены в виде абсолютно сходящихся векторных степенных рядов с рекуррентно определяемыми коэффициентами

$$u_{j\alpha}(x_3) = \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} F_{smj}(x_3)$$

$$\vec{F}_{sm}(x_3) = \{F_{sm1}(x_3), F_{sm2}(x_3), F_{sm3}(x_3)\} = \sum_{n=s}^{\infty} \vec{D}_n^{(sm)} x_3^n$$

$$\vec{D}_{n+2}^{(s,m)} = -((n+2)(n+1))^{-1} M_C^{-1} [M_\Omega \vec{D}_n^{(s,m)} + \lambda p(n+2-p) \vec{D}_{n+2-p}^{(s,m)}]$$

$$(p \geq 2; s = \overline{0,1}; m = \overline{1,3}; n = \overline{s, \infty});$$

$$\vec{D}_n^{(0,m)} = 0 \quad (n < 0); \quad \vec{D}_n^{(1,m)} = 0 \quad (n < 1);$$

$$\vec{D}_0^{(01)} = \vec{D}_1^{(11)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \vec{D}_0^{(02)} = \vec{D}_1^{(12)} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \vec{D}_0^{(03)} = \vec{D}_1^{(13)} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Результаты исследования моделей использованы в разработанном алгоритме параметрической оптимизации характеристик звукопоглощающих и звукоотражающих элементов технических систем экранирования рассматриваемого типа, в рамках применения которого и использованием разработанных программных приложений из соответствующих условий

$$\min\{(\rho_0^{(+)} / \rho_0^{(-)}) \Delta_p(c_{ij}, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

$$\min\{(\rho_0^{(+)} / \rho_0^{(-)}) \Delta_p^{(\lambda,p)}(c_{ij}, p, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

$$\min\{(\rho_0^{(+)} / \rho_0^{(-)}) \hat{\Delta}_p^{(\lambda,p)}(c_{ij}, p, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

либо

$$\max\{\Delta_o(c_{ij}, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

$$\max\{\Delta_o^{(\lambda,p)}(c_{ij}, p, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

$$\max\{\hat{\Delta}_o^{(\lambda,p)}(c_{ij}, p, \lambda, \rho, \kappa^{(\pm)}, \rho_0^{(\pm)}, \omega, h)\},$$

в оговоренном частотном диапазоне определяются оптимизированные параметры управления в виде удовлетворяющих задаваемым функциональным ограничениям величин c_{ij} , ρ , p , h . Результаты реализации описанных в данном разделе методик параметрической оптимизации характеристик плоских элементов систем гидроакустического экранирования из функционально-градиентных низкосимметричных анизотропных материалов отражены в методических материалах по внедрению.

В четвертой главе работы представлены результаты разработки методов и алгоритмов исследования задач структурно-параметрической оптимизации для нескольких типов односвязных и многосвязных конструкций технических систем гидроакустической защиты и экранирования с анизотропными цилиндрическими элементами.

Дана формализация, разработан теоретический алгоритм исследования и параметрической оптимизации применительно к модели кольцевого цилиндрического пьезоактивного гидроакустического излучателя с системой конформных внутренних и внешних анизотропных вязкоупругих функционально-градиентных элементов экранирования, имеющего представленное на рис. 2 сечение.

12

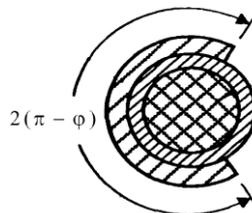


Рис. 2. Сечение единичного экранированного цилиндрического излучателя.

Разработанная для расчета оптимизированных параметров рассматриваемой конструкции численно-аналитическая методика базируется на концепции метода частичных областей, предполагающего аналитическое интегрирование систем разрешающих волновых уравнений модели для пьезокерамического ЭАП, представление характеристик волновых полей для каждого компонента технической системы экранирования в рядах по специальным множествам базисных частных решений указанных уравнений, а также определение произвольных постоянных коэффициентов этих рядов из совокупности алгебраизированных функциональных краевых условий задачи, трансформируемых в систему линейных алгебраических уравнений на основе метода наименьших квадратов. Интегрирование полученных после применения процедуры разделения переменных разрешающих векторно-матричных уравнений модели волнового деформирования для функционально-градиентных элементов системы экранирования

$$[M_{1\Pi n} r^2 \partial_r^2 + M_{2\Pi n} r \partial_r + M_{3\Pi n} + M_{4\Pi n} r^2 \partial_r + M_{5\Pi n} r + M_{\Pi\Omega} r^2] u_{\Pi}^{(n)} = 0$$

осуществлено в векторно-степенных рядах по радиальной координате

$$u_{\Pi}^{(n)} = \sum_{m=0}^{\infty} B_m^{(\Pi,n)} r^{m+v}$$

с векторными коэффициентами, определяемыми из систем рекуррентных соотношений вида

$$B_{q,m}^{(\Pi,n)} = -((v_q + m)(v_q + m - 1)M_{1\Pi n} + (v_q + m)M_{2\Pi n} + M_{3\Pi n})^{-1} \cdot$$

$$\cdot (((v_q + m - 1)M_{4\Pi n} + M_{5\Pi n})B_{q,m-1}^{(\Pi,n)} + M_{\Pi\Omega} B_{q,m-2}^{(\Pi,n)}) \quad (m = \overline{2, \infty}; q = 1, 2);$$

$$B_{q,1}^{(\Pi,n)} = -((v_q + 1)v_q M_{1\Pi n} + (v_q + 1)M_{2\Pi n} + M_{3\Pi n})^{-1} (v_q M_{4\Pi n} + M_{5\Pi n}) B_{q,0}^{(\Pi,n)}.$$

В результате исследования данной модели получены соотношения задачи нелинейной параметрической минимизации, на базе решения которой оцениваются показатели эффективности функционирования рассматриваемого конкретного варианта конструкции. Предложенный алгоритм положен в основу оптимизационного расчета характеристик системы анизотропных функционально-градиентных элементов экранирования для активных цилиндрических гидроакустических антенн ПТС по критериям обеспечения характеристик направленности и снижения уровней искажающего сигнального шума.

В последующих подразделах данной главы представлены разработка и исследование усовершенствованных математических моделей функционирования технических систем перфорированных многосвязных поперечно-анизотропных эластичных гидроакустических покрытий, показатели эффективности которых связаны с определением волновых сопротивлений для соответствующих структурированных анизотропных конструкционных материалов и могут быть получены на базе квазистатических оценок для релейских поправок к скоростям упругих волн вдоль толщинного направления в многосвязном поперечно-анизотропном покрытии с разнотипными схемами герметизации двоякопериодической системы поперечных цилиндрических полостей. Реализовано исследование моделей анализа скоростей упругих волн по толщине многосвязного поперечно-анизотропного гидроакустического покрытия, в том числе модифицированных прикладных моделей квазистатического оценивания релейских поправок для скоростей волн в покрытиях с герметизацией полостей проскальзывающими металлическими пластинами и герметизацией полостей жестко прикрепленными к граням покрытия металлическими пластинами. Определение в рамках исследованных моделей волновых сопротивлений для соответствующих структурированных анизотропных конструкционных материалов является основой

оценивания эффективности их применения в технических системах звукозащитного гидроакустического экранирования и составляет основу предложенного алгоритма структурно-параметрической оптимизации для технических систем данного типа за счет управления физико-механическими параметрами поперечно-анизотропных вязкоупругих эластичных конструкционных материалов и геометрическими параметрами схем перфорирования.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

В итоге выполненных в диссертационной работе теоретических исследований на основе применения методов системного анализа и компьютерно-математического моделирования получен ряд важных в научном и прикладном отношении результатов, которые в совокупности являются вкладом в решение актуальных проблем определения путей снижения уровней акустической активности подводных транспортных средств, структурно-параметрической оптимизации технических систем для гидроакустической защиты и экранирования конструкций и приборов подводных транспортных средств, совершенствования конструкций защитных гидроакустических покрытий корпусов подводных транспортных средств путем использования специфики волнового деформирования современных классов анизотропных неоднородных функционально-градиентных конструкционных материалов.

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. На основе системного анализа ведущих аспектов проблемы снижения гидроакустической активности подводных транспортных средств, включая характеристику источников акустических полей и подходов к созданию технических систем гидроакустического экранирования, защитных обтекателей и гидроакустических покрытий для конструкций и приборов подводных транспортных средств, создана нечеткая разветвленная иерархическая модель обобщенного индекса гидроакустической активности подводных транспортных средств, позволяющая вырабатывать многокритериальные оптимизированные стратегии снижения акустической активности в условиях задания различных комплексов технологических ограничений.

2. Осуществлено построение математических моделей функционирования однослойных и многослойных плоских однородных вязкоупругих анизотропных элементов технических систем гидроакустической защиты и экранирования для подводных транспортных средств, разработана методика их численно-аналитического исследования и многокритериальной структурно-параметрической оптимизации технологических характеристик для поддержки конструкторских решений по созданию высокоэффективных систем гидроакустического экранирования с повышенной жесткостью для использования в условиях действия высоких гидростатических давлений.

3. Получены основные соотношения, созданы теоретические методы исследования и многокритериальной структурно-параметрической оптимизации моделей плоских элементов технических систем гидроакустических покрытий и экранов из анизотропных функционально-градиентных неоднородных материалов, являющиеся основой новых решений в области конструирования систем гидроакустического экранирования конструкций и приборов подводных транспортных средств.

4. Разработаны и исследованы математические модели функционирования и структурно-параметрической оптимизации многокомпонентных систем гидроакустического экранирования цилиндрических электроакустических преобразователей и антенн подводных транспортных средств с использованием функционально-градиентных неоднородных анизотропных компонентов, перспективные для конструктивных решений по оптимизации характеристик направленности и снижению уровней сигнального шума.

5. Разработаны и исследованы усовершенствованные математические модели функционирования технических систем перфорированных многосвязных поперечно-

анизотропных эластичных гидроакустических покрытий с разнотипно герметизированными цилиндрическими полостями для подводных транспортных средств, использование которых в системах поддержки конструкторских решений перспективно для получения оптимизированных параметров волновых сопротивлений покрытий данного класса.

6. Результаты диссертационной работы получили свое применение в виде практического внедрения на ряде предприятий и научно-исследовательских институтов различных стран. В частности, математические модели и алгоритмы реализованы в виде методик и комплексов прикладных программ и использовались:

в научно-исследовательских и опытно - конструкторских работах Технического Института Военно-Морского флота Вьетнама;

в учебных курсах «Системное проектирование» в Морском Университете г. Хайфон, Вьетнам;

в опытно - конструкторских работах научно-производственных компаний судостроительного сектора Вьетнама.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. В.Е. Болнокин, В.И. Сторожев, Зыонг Минь Хай Модели и методы синтеза системы экранирования виброизлучений в жидкой среде слоем функционально-неоднородного анизотропного материала // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – №3 (61). – С. 71-75.

2. В.Е. Болнокин, В.И. Сторожев, Зыонг Минь Хай Модель трансформационного акустического экранирования виброизлучений в жидкой среде // Системы управления и информационные технологии. –2015. – №3.1 (61). – С. 130-134.

3. Болнокина Е.В., Зыонг Минь Хай, Кустов А.Ю. Модели формирования организационных структур кластерного типа на основе системно-интегрированного подхода // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 2.2 (16). – С. 235-243.

4. Мутин Д.И., Зыонг Минь Хай, Кустов А.Ю. Методы построения эволюционной модели инновационного развития интегрированных компаний // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 2.2 (16). – С. 235-243.

В монографии:

5. Болнокин В.Е., Сторожев В.И., Зыонг Минь Хай. Исследование систем гидроакустического экранирования для подводных транспортных средств.- Москва-Воронеж: Научная книга, ISBN 978-5-98222-888-8, 2016 – 210 с.

В других изданиях:

6. Bolnokin V.E, Duong Minh Hai, Storozhev V.I. Hydroacoustic screening by using a layer from anisotropic functionally graded material with exponential inhomogeneity along thickness direction. Summer-2015, Modeling and Information Technologies Selected Papers, Science Book Publishing House, Yelm, WA, USA 2015.- 8p. (Bolnokin V.E, Dương Minh Hải, Storozhev V.I. Phương pháp chống tiếng ồn từ bức xạ rung trong môi trường chất lỏng bằng lớp vật liệu dị hướng không đồng nhất chức năng. Số Summer 2015, Tạp chí Mô hình và Công nghệ. Nhà xuất bản Sách Khoa học, Yelm, WA, Mĩ năm 2015- 8 trang).

7. В.Е. Болнокин, Зыонг Минь Хай, В.И. Сторожев. Модель трансформационного акустического экранирования виброизлучений в жидкой среде. Журнал «Морская Наука и Технология» Морского Университета Вьетнама, город Хайфон, СПб, №1 марта 2014 года, с. 21-30 – (Mô hình biến đổi âm để chống tiếng ồn từ bức xạ rung trong môi trường chất lỏng.

- Тạp chí “Khoa học và Công nghệ biển” Trường Đại học học Hàng Hải, thành phố Hải Phòng, số 1, tháng 3 năm 2014. P. 21-30.
8. V.E. Bolnokin, Dương Minh Hải, V.I. Storozhev. Phương pháp chống ồn thủy âm bằng lớp vật liệu dị hướng gradient chức năng với độ dày không đồng nhất theo luật hàm số mũ-lũy thừa. Tạp chí “Khoa học và Công nghệ biển” Trường Đại học học Hàng Hải, thành phố Hải Phòng, số 3, tháng 10 năm 2014. Trg. 13-22-(В.Е. Болнокин, Зыонг Минь Хай, В.И. Сторожев. Гидроакустическое экранирование слоем из анизотропного функционально-градиентного материала с экспоненциально-степенной толщинной неоднородностью. Журнал «Морская Наука и Технология» Морского Университета Вьетнама, город Хайфон, СРВ, № 3 октября 2014 года. С. 13-22).
9. V.E. Bôlnokin, V.I. Storozhev, Dương Minh Hải. Mô hình tính toán tối ưu hóa các đặc trưng của hệ thống chắn từ chắn ồn gradient chức năng dị hướng cho các anten thủy âm hình trụ. Tạp chí “Khoa học và Công nghệ biển” Trường Đại học học Hàng Hải, thành phố Hải Phòng, №4, tháng 11 năm 2015. Trg. 32-41.-(В.Е. Болнокин, Зыонг Минь Хай, В.И. Сторожев. Модель оптимизационного расчета характеристик системы анизотропных функционально-градиентных элементов экранирования для цилиндрических гидроакустических антенн. Журнал «Морская Наука и Технология» Морского Университета Вьетнама, город Хайфон, СРВ, № 4 ноября 2015 года. С. 32-41.).
10. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Общее исследование влияний факторов морской среды на распространение акустической волны и дальность действия гидроакустических систем сонаров. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15.* Номер 2.1. Время выполнения: 2012-2015 гг. 25 с. - (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu tổng quan tác động các yếu tố môi trường biển tới lan truyền sóng âm – tầm hoạt động hệ thống sona. Đề tài khoa học cấp nhà nước “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm”. Mã số: КС.09.04/11-15. Số 2.1. Năm thực hiện 2012 đến 2015. 25 trang).
11. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний гидроакустического поля на морскую среду. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным кодом: КС.09.04/11-15.* № 2.2. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 6 томов, 150 с. - (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu ảnh hưởng của trường thủy âm trong môi trường nước biển. Đề tài khoa học cấp nhà nước “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm”. Số 2.2. Mã số: КС.09.04/11-15. Năm thực hiện 2012 đến 2015. Gồm 6 cuốn, 150 trang).
12. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний факторов морской среды на потери энергии распространения акустической волны на дальность действия гидроакустических систем. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15.* № 2.3. Время выполнения: 2012-2015 гг. 2 тома, 50 с. - (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố môi trường biển tới mức tổn hao năng lượng khi lan truyền sóng âm đến tầm hoạt động của hệ thống thủy âm. Đề tài khoa học cấp nhà nước “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm”. Số 2.3. Mã số: КС.09.04/11-15. Năm thực hiện 2012 đến 2015. Gồm 2 cuốn; 50 trang).
13. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование методов измерения для определения факторов морской среды, влияющих на распространение акустической волны. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на*

дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.4. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 48 с.

- (Nghiên cứu các phương pháp đo xác định các yếu tố môi trường biển có ảnh hưởng tới lan truyền sóng âm. Số 2.4; gồm 2 cuốn; 48 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15).

14. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний условий морской поверхности на распространение акустической волны. Государственная научная тема: “Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.5. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 67 с. – (Nghiên cứu ảnh hưởng của bề mặt biển khi lan truyền sóng âm. Số 2.5; gồm 2 cuốn; 67 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15)

15. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний топографии морского дна на распространение акустической волны. Государственная научная тема: “Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.6. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 42 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu ảnh hưởng của đáy biển khi lan truyền sóng âm. Số 2.6; gồm 2 cuốn; 42 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15).

16. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование помех, шумов на море влияющие на дальность действия гидроакустических систем. Государственная научная тема: “Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.7. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 6 томов 290 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu các loại nhiễu, tạp âm trên biển ảnh hưởng tới tầm hoạt động của hệ thống thủy âm. Số 2.7; gồm 6 cuốn; 290 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15).

17. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний факторов в глубоководных районах на распространение акустической волны. Государственная научная тема: “Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.8. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 22 с. -(Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khu vực biển sâu tới lan truyền sóng âm. Số 2.8; gồm 1 cuốn; 22 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15).

18. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование влияний факторов в мелководных районах на распространение акустической волны. Государственная научная тема: “Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.9. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 15 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên

cứu ảnh hưởng các yếu tố khu vực biển nông tới lan truyền sóng âm. *Số 2.9; gồm 1 cuốn; 15 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

19. Зыонг Минь Хай и сотруники. Исследование влияний характеристик и параметров приборов на дальность действия гидроакустических систем. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под регистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.10.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 4 тома 220 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu ảnh hưởng của tính năng và tham số thiết bị tới tầm hoạt động của các hệ thống thủy âm. *Số 2.10; gồm 4 cuốn; 220 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15.*

20. Зыонг Минь Хай и сотруники. Исследование зависимости дальности действия гидроакустических средств от помех несущих средств. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под регистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.11.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 30 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu sự phụ thuộc tầm hoạt động của thiết bị thủy âm vào nhiễu phương tiện mang. *Số 2.11; gồm 1 cuốn; 30 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

21. Зыонг Минь Хай и сотруники. Исследование зависимости дальности действия гидроакустических средств от характеристик объектов-целей. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под регистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.12.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 50 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu sự phụ thuộc cự ly hoạt động của thiết bị thủy âm vào đặc tính của mục tiêu. *Số 2.12; gồm 2 cuốn; 50 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

22. Зыонг Минь Хай и сотруники. Исследование моделей и способов вычисления влияний морской среды на гидроакустических системы по лучевому способу. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под регистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.13.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 3 тома 95 с.

– (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu mô hình và phương pháp tính ảnh hưởng môi trường biển đến hệ thống thủy âm theo phương pháp tia sóng. *Số 2.13; gồm 3 cuốn; 95 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

23. Зыонг Минь Хай и сотруники. Исследование влияния разных методов измерения на модели и методы вычисления. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под регистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.14.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 7 томов 175 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu mô hình tính và

phương pháp tính ảnh hưởng theo các phương pháp khác. *Số 2.14; gồm 7 cuốn; 175 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

24. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисления параметров гидроакустических систем. Государственная научная тема: *“Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.15.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 6 томов 180 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính tham số của các hệ thống thủy âm. *Số 2.15; gồm 6 cuốn; 180 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

25. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисления максимальных дальностей обнаружения цели в идентичной безграничной среде. Государственная научная тема: *“Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.16.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 3 тома 75 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính cự ly tối đa phát hiện mục tiêu trong môi trường đồng nhất không biên. *Số 2.16; gồm 3 cuốn; 75 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15.*

26. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов определения срезов расположения акустических скоростей по глубинам. Государственная научная тема: *“Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.17.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 32 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật xác định lát cắt phân bố vận tốc âm theo độ sâu. *Số 2.17; gồm 1 cuốn; 32 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

27. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов определения типов преломлений акустических волн. Государственная научная тема: *“Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.18.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 48 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật xác định các dạng khúc xạ. *Số 2.18; gồm 2 cuốn; 48 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).*

28. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов группировки волновых лучей по типам их преломлений. Государственная научная тема: *“Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.19.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 50 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật phân nhóm các tia sóng theo các dạng khúc xạ. *Số 2.19; gồm 2 cuốn; 50 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng*

của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15.

29. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисления и построения траекторий волновых лучей в неидентичной среде. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.20.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 30 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính và xây dựng quỹ đạo các tia sóng trong môi trường không đồng nhất. Số 2.20; gồm 1 cuốn; 30 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).

30. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисляющих влияния морских поверхностей, дна на параметры и позиции приемных и излучательных гидроакустических антенн. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.21.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 37 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính ảnh hưởng của bề mặt, đáy biển với tham số và vị trí anten thủy âm thu và phát. Số 2.21; gồm 1 cuốn; 37 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).

31. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисления параметров потерей. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.22.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 2 тома 52 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính tham số tổn hao. Số 2.22; gồm 2 cuốn; 52 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).

32. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование алгоритмов вычисления дальностей обнаружения целей в разных гидрологических условиях. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.23.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 4 тома 98 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu giải thuật tính cự ly phát hiện mục tiêu trong các điều kiện thủy văn khác nhau. Số 2.23; gồm 4 cuốn; 98 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).

33. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Создание схемы алгоритмов для определения моделей влияния морской среды на распространение гидроакустических волн. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств” под зарегистрированным Кодом: KC.09.04/11-15. № 2.24.* Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 1 том 37 с. - (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Xây dựng lưu đồ thuật toán cho mô hình tính toán sự ảnh hưởng của môi trường biển đến lan truyền sóng âm. Số 2.24; gồm 1 cuốn; 37 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15).

34. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование, анализ и выбор технологических решений для проектирования прогнозной системы влияний морской среды на дальность действия гидроакустических средств. Государственная научная тема: *“Исследование влияний факторов морской среды на дальность действия гидроакустических средств”* под зарегистрированным Кодом: КС.09.04/11-15. № 2.25. Время выполнения: 2012-2015 гг. Объем: 3 тома 92 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu phân tích lựa chọn giải pháp công nghệ thiết kế hệ thống dự báo sự ảnh hưởng của môi trường nước biển đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Số 2.25; gồm 3 cuốn; 92 trang; năm 2012 đến 2015. Dương Minh Hải và nhóm tác giả thực hiện đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: КС.09.04/11-15.

35. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Изучение и создание технологических процессов выполнения измерений для сбора данных соответствующих электромагнитным полям кораблей. Доклад по базовой научной теме в 2013 году. Г. Хайфон, СРВ, 2013 г. 43 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu xây dựng quy trình và thực hiện đo đạc thu thập số liệu tương thích điện từ trường cho tàu. Báo cáo đề tài nghiên cứu cấp cơ sở, năm 2013. TP Hải Phòng, Việt Nam. 43 trang.)

36. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование, проектирование и реализация информационных баз между островами и берегами. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама с зарегистрированным кодом КС09.17/06-10. Г.Хайфон, 2013 г.76 с.

– (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu, thiết kế, triển khai trạm thông tin giữa các đảo với đất liền. Đề tài nghiên cứu cấp trực thuộc Bộ. Mã số: КС09.17/06-10. TP Hải Phòng 2013/ 76 trang).

37. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Проектирование, установка, интегрирование систем подводных радиосвязей и гидроакустических сонаров на малогабаритной подводной лодке. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама. Веремья выполнения: с 2012 – 2014 гг. Г.Хайфон. 94 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Thiết kế, lắp đặt, tích hợp hệ thống thông tin liên lạc ngầm, số na trên tàu ngầm cỡ nhỏ, năm 2012 đến 2014. Đề tài nghiên cứu cấp trực thuộc Bộ. TP Hải Phòng 2014. 76 trang).

38. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование, создание индикаторов угла вращения и фильтров помех для систем пассивных гидроакустических сонаров. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама в 2012-2014 гг. Г.Хайфон, 2014 г. 85с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu chế tạo bộ chỉ báo góc quay và lọc nhiễu tín hiệu cho hệ thống số na thụ động, năm 2012 đến 2014. Đề tài nghiên cứu cấp cơ sở. TP Hải Phòng 2014. 85 trang).

39. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование современных тектонических напряженных полей и определение источников катаклизмов в районах территории шельфов Южно - восточного Вьетнама. Базовая научная тема VAST.09.02/11-12. Г.Хайфон, 2013 г. 49 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu trường ứng suất kiến tạo hiện đại, xác định nguồn gốc các tai biến địa chất trong vùng thềm lục địa Đông Nam Việt Nam. Đề tài nghiên cứu cấp cơ sở, VAST.09.02/11-12. TP Hải Phòng 2013. 49 trang).

40. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование структур и свойств геофизических в районах конвертирующихся углеводородов по побережьям дельта Красной Реки (в районах колдобин Ханоя). Базовая научная тема. Код: VAST.HTQT.Nga.04/2012-2013. Г. Ханой, 2013 г. 102 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu cấu trúc sâu và đặc trưng địa vật lý khu vực tích tụ hydrocarbon dải ven biển delta Sông Hồng (Vùng trũng Hà Nội).

Đề tài nghiên cứu cấp cơ sở, mã số VAST.HTQT.Nga.04/2012-2013. Dương Minh Hải cùng nhóm đề tài. TP Hà Nội 2013. 102 trang).

41. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Исследование лиманов реки Меконга и взаимодействующих процессов между ними и приливов в Юго-средней части Вьетнама. Государственная научная тема под кодом 8926/GCN-TTKCN, 2011. г. Хошимин, 2011 г. 134 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Nghiên cứu vùng cửa sông Mê Kông và các quá trình tương tác giữa chúng và vùng nước trời ở Nam Trung Bộ. Đề tài nghiên cứu cấp quốc gia, mã số 8926/GCN-TTKCN, 2011. Dương Minh Hải cùng nhóm đề tài. TP Hồ Chí Minh 2011. 134 trang).

42. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Создание проекта и организация реализации строительства баз измерения и размагничивания для кораблей. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама № 22/QD-VKT.TMv, 2012-2015. Г.Хайфон, 2015 г. 137 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Xây dựng án và tổ chức triển khai thực hiện xây dựng trạm đo và tiêu từ cho tàu. Đề tài nghiên cứu cấp trực thuộc Bộ, số 22/QD-VKT.TMv, 2012-2015. TP Hải Phòng 2015. 137 trang).

43. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Проектирование проекта создания гидроакустической карты. Базовая научная тема № 733/QD-VKT.TMv, 2011. Г.Хайфон, 2011 г. 43 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Xây dựng dự án thành lập bản đồ thủy âm. Đề tài nghiên cứu cấp cơ sở, số 733/QD-VKT.TMv, 2011. TP Hải Phòng 2011. 43 trang).

44. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Создание проекта «Система подводная контрольная система в районе порта Камрань – Хань Хоа» с номером 5630/QD-BTL.TMv, 2007-2014. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама. Г.Хайфон, 2014 г. 78 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Xây dựng dự án Hệ thống giám sát ngầm khu vực cảng Cam Ranh – Khánh Hòa, số 5630/QD-BTL.TMv, 2007-2014. Đề tài nghiên cứu cấp Bộ. TP Hải Phòng 2014. 78 trang).

45. Зыонг Минь Хай и сотрудники. Проектирование и реализация проекта “Центр технологии гидроакустики”. Научная тема Министерства Обороны Вьетнама № 12080/Tr-BTL, 2015. Г.Хайфон, 2015 г. 57 с. – (Dương Minh Hải và nhóm tác giả. Xây dựng và triển khai dự án Trung tâm công nghệ thủy âm, số 12080/Tr-BTL, 2015. Đề tài nghiên cứu cấp Bộ. TP Hải Phòng 2015. 57 trang).

46. Зыонг Минь Хай. Метод определения изоглубины 2500м и наклона морского дна многолучевым эхолотом с использованием системы DGPS. Доклад на 5-ой Научной конференции Вьетнама «Морская Наука и Технология». Г.Хайфон, 2012 г. 10 с. – (Dương Minh Hải. Phương pháp xác định đường đẳng sâu 2500m và độ dốc đáy biển bằng hệ thống sonar đo sâu đa tia, định vị DGPS tức thời. Báo cáo khoa học tại Hội nghị khoa học và Công nghệ biển toàn quốc lần thứ V. TP Hải Phòng 2012. 10 trang).

47. LIDAR- новая технология измерения с вертолета. Доклад на конференции «Морская наука и Технология» ВИМАРУ. Г.Хайфон, 2002 г. 8с. – (Dương Minh Hải. LIDAR-Công nghệ mới đo đặc biển từ máy bay. Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học biển của trường Đại học Hàng Hải TP Hải Phòng 2002. 8 trang).

48. Зыонг Минь Хай. Участник научно-технического и технологического военного совета Министерства Обороны CPB, 2015 г. Dương Minh Hải. Tham gia hội đồng khoa học kỹ thuật và công nghệ Quân sự/Bộ Quốc Phòng; (năm 2015).

49. Зыонг Минь Хай. Участник группы реализации государственной научной темы «Создание системы связи высокой технологии между островами и берегами». Код KC09.17/06-10. Г.Хайфон, 2006-2010 гг. – (Dương Minh Hải. Tham gia trong nhóm triển khai

đề tài khoa học cấp nhà nước: Xây dựng hệ thống thông tin công nghệ cao giữa các đảo và đất liền: Mã số: KC09.17/06-10. Năm 2006 đến 2010.

50. Зыонг Минь Хай. Заместитель заведующего государственной научной темой «Исследование влияния факторов морской среды на дальность действия гидроакустических приборов». Код KC.09.04/11-15. – (Dương Minh Hải. Phó chủ nhiệm đề tài khoa học cấp nhà nước: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển ảnh hưởng đến tầm hoạt động của các thiết bị thủy âm. Mã số: KC.09.04/11-15.

51. Зыонг Минь Хай. Участник совета оценки и приема «Перевод документации интегрированного проекта » в 2015г. – (Dương Minh Hải. Tham gia hội đồng đánh giá và nghiệm thu “Tài liệu biên dịch thuộc dự án tích hợp”; năm 2015.

52. Зыонг Минь Хай. Участник комиссии просмотра базовых научных тем и инициатив в военно-морском техническом институте. – (Dương Minh Hải. Tham gia hội đồng khoa học xét duyệt đề tài, sáng kiến cấp Viện Kỹ thuật).

ФГУП ”Научно-исследовательский и экспериментальный
Институт автомобильной электроники и электрооборудования“
Тираж 100 экз. Заказ 83/д Подписано в печать 04.03.2016