

ОТЗЫВ

официального оппонента **Мальцевой Ольги Алексеевны**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Научно-исследовательского института физики Южного федерального университета, отдел радиопизики и космических исследований, на диссертацию Максименко Валерия Григорьевича «Шумы и помехи при приеме низкочастотного электромагнитного поля в морской воде» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиопизика.

По сравнению с огромным диапазоном электромагнитных волн КНЧ-СНЧ волны обладают уникальным свойством проникать вглубь морских и океанских акваторий через границу воздух-вода. Это определяет широкое использование волн этого диапазона в геофизических исследованиях, разведке полезных ископаемых, подводной навигации, связи с подводными объектами, в подводных роботах и др. Но, несмотря на длительные исследования и известные достижения, существуют трудности и нерешенные проблемы.

Актуальность

Актуальность диссертации В.Г. Максименко связана с наличием важных задач использования КНЧ-СНЧ волн, которые не были решены и требуют комплексных знаний по физике, технике эксперимента, химии, математики и других областей. Прежде всего, это относится к шумам и помехам при приеме низкочастотного электромагнитного поля в морской воде, поскольку они влияют на чувствительность приемных устройств и во многом определяют недостатки используемых в настоящее время датчиков. Это приводит к необходимости исследования причин возникновения шумов и помех и разработки методов борьбы с ними. Среди нерешенных задач можно выделить исследование природы электродного шума движения, разработку его математической модели и рекомендаций по его минимизации, исследование параметров импеданса различных металлов с точки зрения обеспечения минимума шумов при изготовлении электродов датчиков, разработку методов и технических средств согласования электродных датчиков с входными каскадами приемного устройства КНЧ и СНЧ диапазонов с целью создания новых малогабаритных датчиков и оптимизации конструктивных параметров известных датчиков для обеспечения максимальной чувствительности. Решению этих задач посвящена диссертация В.Г. Максименко. Успешное решение этих и многих

сопутствующих задач, свидетельством которого являются публикации, авторские свидетельства и патенты, определяет научную значимость и практическую ценность представленной работы.

Научная значимость и практическая ценность

Всестороннее экспериментальное исследование электродного шума позволило установить, что главным фактором, ограничивающим чувствительность буксируемых электродных датчиков, является шум движения. Автором разработана математическая модель этого шума, позволившая предложить и экспериментально подтвердить метод уменьшения в несколько раз шума движения электродного датчика. Установлено, что наименьшей величиной шума движения из исследованных металлов обладают титан, тантал, сталь нержавеющей. Теоретически и экспериментально обоснован метод уменьшения шума движения электродного датчика до двух порядков за счет применения вращающихся электродов, что в десятки раз превышает чувствительность ранее применяемых известных датчиков. Рассмотрено несколько конструкций таких электродов. Выполнена оптимизация известных безэлектродных датчиков, позволяющая существенно повысить их чувствительность, а также предложены новые конструкции датчиков с пониженным уровнем вибропомех. Автором предложен метод борьбы с индустриальной помехой, который позволяет существенно уменьшить размеры широко применяемого кабельного электродного датчика.

Использование полученных в диссертационной работе результатов позволит создавать малогабаритные датчики и устройства для приема низкочастотного электромагнитного поля в море, обладающие максимальной чувствительностью. На практике это означает возможность осуществлять прием сигнала при глубинах и скоростях движения, ранее недостижимых без увеличения мощности передатчика. Такой подход позволит экономить существенные средства на проведении исследовательских, опытно-конструкторских работ и в процессе эксплуатации низкочастотных радиолиний.

Это свидетельствует о том, что результаты диссертации В.Г. Максименко являются крупным научным достижением, что подтверждается и международным признанием. Так, в работе китайских ученых X. Xie, Y. Wang, Q. Wu, Zhi Huang Analysis of underwater motion noise characteristics of electrode pair towed antenna IEICE Electronics Express, 2022, Vol.19, No.24, 1–6. DOI: 10.1587/elex.19.20220342 дается ссылка на 9 статей соискателя.

Достоверность научной работы

Достоверность результатов и выводов диссертации обеспечивается корректным применением математического аппарата и подтверждается их физической непротиворечивостью, согласованностью результатов лабораторных и натурных экспериментов с результатами теоретического анализа и математического моделирования, а также с результатами других авторов и воспроизводимостью результатов в разных опытах.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы.

Во введении отмечается актуальность темы, дается обзор предыдущих исследований шумов и помех при приеме и измерении низкочастотных электромагнитных полей в море, сформулированы цель диссертации и решаемые задачи, методы исследования, даны краткое содержание диссертации и положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит обзор публикаций по теме диссертации. Основное внимание уделяется недостаткам используемых в настоящее время датчиков, что приводит к необходимости исследования причин возникновения шумов и помех и разработки методов борьбы с ними.

Вторая глава носит в основном экспериментальный характер с большим количеством результатов. Наиболее важным представляется определение предельной чувствительности приемного устройства с электродным датчиком для разных материалов электродов, разных способов согласования и разных шумовых параметров согласующего трансформатора и предварительного усилителя в отсутствие движения.

Третья глава посвящена исследованию шумов электродных датчиков при движении в морской воде (так называемым «шумам движения»). Здесь выделяются результаты работ [74-75, 84], исследующих связь между пульсациями скорости жидкости и пульсациями разности потенциалов между электродами. Показано, что «шум движения» является основной компонентой шума электродного датчика и определяет его чувствительность. Необходимо отметить тщательность и оригинальность проведения экспериментов.

Четвертая глава, являющаяся самой большой по объему, включает результаты последних работ, представленных в виде статей и патентов. В ней дано наибольшее число новых результатов: получена формула связи скачка электродного потенциала со скачком скорости жидкости, подтвержденная экспериментальным исследованием, разработана теория электродного «шума движения». Также теоретически и экспериментально показана возможность уменьшения шума движения до десятков раз при использовании вращающихся электродов. Показана роль обтекателей при

уменьшении пульсаций напряжения электрода. Из натурального эксперимента подтверждено, что шум движения является главным фактором, ограничивающим чувствительность электродного датчика. В качестве «побочного эффекта» из связи пульсаций предложено устройство для измерения пульсаций скорости жидкости.

Пятая глава, посвященная конструированию высокочувствительных электродных датчиков и приемных устройств для радиосвязи с подводным объектом, написана на основе материалов авторских свидетельств и патентов и показывает важное прикладное значение результатов диссертации. Практически все разработки относятся к кабельному электродному датчику электрического поля и направлены на компенсацию помех.

В шестой главе основное внимание уделяется предельной чувствительности безэлектродных датчиков – магнитоиндукционных и трансформаторных. Проведенное сравнение с чувствительностью электродных датчиков показало, что, несмотря на оптимизацию безэлектродных датчиков, они проигрывают по предельной чувствительности электродным датчикам.

В Заключении автором сформулированы 10 пунктов основных результатов диссертации и все они достойны включения в отзыв. Поскольку размер отзыва ограничен, отметим, что все они равнозначны по важности и их совокупность свидетельствует об огромном вкладе диссертанта в теорию и практику использования КНЧ-СНЧ волн для связи с подводными объектами. Некоторые вопросы и замечания сводятся к следующему.

Вопросы

1. Страница 148, рисунок 3.17а: пик на частоте 85 Гц вызван проникновением помехи неизвестного происхождения, а пик на частоте 100 Гц обусловлен помехой на второй гармонике промышленной частоты. А чем вызван пик на частоте 90 Гц?
2. Страница 170, рисунок 3.29: понятно, что нужно сравнивать кривые 1 и 2, 3 и 4, тем не менее, возникает вопрос, чем вызвана разность U_{Π} кривых 2 и 3 при одинаковой концентрации электролита?
3. Не понятно, с чем связано малое участие автора в конференциях?
4. Есть ли в настоящее время какие-нибудь реальные конкуренты для СНЧ подводной связи?

Замечания

1. В чем-то обзор главы 1 дублирует обзор Введения.
2. Глава 2 содержит излишнюю детализацию при описании экспериментов в отсутствие движения датчика.
3. Страницы 88-90, таблицы 2.2-2.7: представлены важные импедансные характеристики, но не сделаны выводы.

4. По поводу ссылок на публикации: не везде выдержан последовательный порядок ссылок, не на все свои публикации есть ссылки в тексте.

Заключение

Отмеченные замечания не снижают ценности работы и не меняют ее положительную оценку.

Автореферат верно отражает содержание диссертационной работы. В нем изложены методы исследования и основные результаты диссертации, степень научной новизны и практическая ценность работы.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, которые можно квалифицировать как новое фундаментальное знание о природе и крупное научное достижение, а также предложены практические приложения разработанной теории.

Автором решена актуальная задача радиофизики – создание высокочувствительных малогабаритных средств приема низкочастотных электромагнитных полей в морской воде. Результаты работы имеют научную и практическую ценность и опубликованы в 43 научных статьях, патентах и материалах научных конференций, в том числе 23 статьях в журналах, входящих в Список ВАК РФ, из которых 18 проиндексированы в WoS.

Работа соответствует Паспорту специальности 1.3.4 – Радиофизика и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор, Максименко Валерий Григорьевич, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Официальный оппонент:

Мальцева Ольга Алексеевна

Ведущий научный сотрудник,

уч. звание – старший научный сотрудник,

доктор физико-математических наук



Научно-исследовательского института физики ФГАОУ ВО Южного федерального университета, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105/42,

Тел. +79185772533, Эл. Почта oamaltseva@sfedu.ru

Диссертация защищена по специальности: 04.00.22 – Геофизика.

«30» Января 2024

Подпись Мальцевой Ольги Алексеевны
удостоверяю:

