

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Максименко Валерия Григорьевича на тему
«Шумы и помехи при приеме низкочастотного электромагнитного поля
в морской воде»,
представленную на соискание ученой степени доктора
физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика

1. Актуальность темы диссертационной работы

Низкочастотные электромагнитные волны (ЭМВ) обладают рядом уникальных свойств, благодаря которым они нашли широкое применение при решении научных и технических задач в геофизике, включая подводную электроразведку и сейсмические измерения, когда необходимо принимать и измерять электромагнитные поля в морской воде. С этой целью применяют электродные и безэлектродные датчики, осуществляющие преобразование компоненты E или H электромагнитного поля в пропорциональный им электрический сигнал. При обследовании большой акватории датчик буксируется за судном на кабель-тросе и подвергается воздействию потоков воды, обуславливающих его вибрацию и, соответственно, появление шумов, которые ограничивают чувствительность при приеме.

Поскольку с увеличением глубины и атмосферные помехи, и полезный сигнал претерпевают большое ослабление, то повышение достоверности приема за счет увеличения мощности радиопередающего устройства сопряжено с существенными техническими трудностями и материальными затратами. В этой связи наиболее перспективным является альтернативный путь, связанный с повышением чувствительности приемного устройства. А это, в свою очередь, может быть обеспечено путем увеличения размеров датчика. Длина кабельного электродного датчика, обладающего наиболее высокой чувствительностью среди датчиков других типов, достигает значений порядка нескольких сотен метров, что создает большие проблемы при эксплуатации.

С учетом изложенного, диссертационная работа Максименко В.Г., посвященная разработке комплекса вопросов, связанных с уменьшением собственных шумов датчиков и повышением чувствительности приемного устройства, несомненно, является актуальной.

2. Основные результаты, их научное и практическое значение

В диссертационной работе приведены результаты теоретического и экспериментального исследования собственных шумов датчиков при приеме низкочастотного электрического поля в морской воде. Из результатов исследований однозначно следует, что наибольший вклад в шум электродного датчика вносит так называемый шум движения, который и ограничивает чувствительность приемного устройства при использовании данного типа датчиков. У безэлектродных датчиков чувствительность ограничена тепловым шумом и вибрационной помехой, возникающей при вибрации датчика в магнитном поле Земли. Автором разработана теория электродного шума движения, основанная на электрохимических процессах, происходящих на поверхности электрода, обтекаемого потоком воды. Использование этой теории позволило создать электродные датчики, чувствительность которых в десятки раз превышает чувствительность известных аналогов. Отдельного упоминания заслуживает разработанная автором теория датчиков с вращающимися электродами. В диссертационной работе показано, что применение вращающихся электродов обеспечивает выигрыш в снижении шумов до двух порядков.

Автором предложен эффективный метод снижения влияния промышленных помех, который позволяет существенно уменьшить размеры широко распространенного кабельного электродного датчика. Выполнена оптимизация известных безэлектродных датчиков, позволяющая существенно повысить их чувствительность, а также предложены новые конструкции датчиков с пониженным уровнем вибрационных помех.

Использование полученных в диссертационной работе результатов позволяет создать малогабаритные датчики и устройства для приема низкочастотного электромагнитного поля в морской среде, существенно превосходящие по чувствительности известные аналоги, применяемые в настоящее время. На практике это означает возможность осуществлять прием сигнала при глубинах и скоростях движения, ранее недостижимых без увеличения мощности передатчика. Это позволяет сэкономить существенные средства, необходимые для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также сократить расходы в процессе эксплуатации низкочастотных радиолиний.

3. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, опираются на результаты аналитических и экспериментальных исследований и характеризуются четкой логической аргументированностью. Их достоверность обеспечивается корректным применением математического аппарата и подтверждается их физической непротиворечивостью, вполне приемлемой степенью корреляции результатов лабораторных и натурных экспериментов с результатами теоретического анализа и математического моделирования, а также согласованностью с общепризнанными результатами исследований отечественных и зарубежных специалистов в данной области.

Степень обоснованности представленных в диссертации результатов также следует считать достаточной.

4. Основные результаты работы

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения.

Во введении представлен анализ современного состояния проблемы, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, приведен краткий обзор содержания диссертационной работы.

В первой главе представлены результаты сравнительного анализа известных публикаций по теме диссертации, рассмотрены особенности распространения электромагнитных полей в морской воде. Приведены примеры, иллюстрирующие возможные области применения результатов исследования, что служит убедительным подтверждением актуальности работы.

Вторая глава посвящена исследованию электродного шума в отсутствие движения жидкости, выбору материалов для электродного датчика, обеспечивающих наивысшую чувствительность, а также оптимальному согласованию электродного датчика с приемным устройством. Рассмотрены вопросы согласования датчиков с приемным устройством. Приведена оценка предельной чувствительности приемного устройства с электродным датчиком.

В третьей главе приведены результаты экспериментального исследования шума электродного датчика в пульсирующем потоке морской воды. Показано, что «шум движения» является основной компонентой шума электродного датчика и определяет его чувствительность. Исследованы зависимости «шума движения» от материала, площади и времени выдержки электродов в морской воде, от ее солености, доказана связь «шума движения» с пульсациями скорости потока воды.

В четвертой главе на основании результатов третьей главы разработана теория электродного «шума движения», основанная на активизации электрохимических процессов на поверхности электрода при обтекании его потоком воды. Проведено сравнение теоретических оценок с результатами экспериментов, которое показало их хорошее соответствие. На основании разработанной теории «шума движения» разработана также теория электродного датчика с вращающимися электродами,

восприимчивость которого к пульсациям скорости потока жидкости в десятки раз меньше, чем у датчика с неподвижными электродами, что обуславливает его высокую чувствительность. Представлены результаты экспериментов, проведенных в натуральных условиях в морской среде, целью которых было исследование влияния обтекателей электродных датчиков на величину шума движущегося датчика. Доказана возможность уменьшения шума до 10 раз по амплитуде.

В пятой главе рассмотрены особенности реализации датчиков в плане конструкции. Представлены разработанные автором конструкции датчиков и приемных устройств, учитывающие вновь открытые свойства электродного шума для повышения чувствительности. Рассмотрено приемное устройство с компенсацией индустриальной помехи при приеме на кабельный электродный датчик.

Шестая глава посвящена теоретическим исследованиям возможности повышения чувствительности безэлектродных датчиков (магнитоиндукционного и трансформаторного) путем их оптимизации и улучшения конструкции.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

5. Замечания и недостатки

К сожалению, рецензируемая работа не лишена ряда недостатков. В их числе стоит отметить следующее.

1. В разделе 2.1 приводится описание ряда эффектов, связанных с импульсным электродным шумом, который при недостаточном времени выдержки электродного датчика в воде делает прием сигнала невозможным. Однако объяснение природы возникновения данного шума отсутствует.

2. В диссертационной работе не нашли своего отражения результаты экспериментальной проверки предложенных конструкций датчиков.

3. При обсуждении возможности расширения полосы частот, в которой может быть обеспечено согласование электродного датчика с приемным устройством при использовании трансформатора (стр. 96-97), автор ограничился лишь общей рекомендацией по выбору резонансной частоты ω_0 . Было бы полезно привести оценку достигаемой при этом ширины полосы частот, а также сравнить ее с шириной полосы частот при резонансном согласовании.

4. Было бы полезно привести результаты сравнения чувствительности разработанных автором датчиков с аналогичной характеристикой кабельного электродного датчика.

5. Спектральные диаграммы электродного шума, приведенные на рисунке 3.18 в диссертации, а также на рисунке 7 автореферата, трудноразличимы.

6. Заключение

Сформулированные выше замечания не снижают общего положительного впечатления, которое производит рецензируемая диссертационная работа.

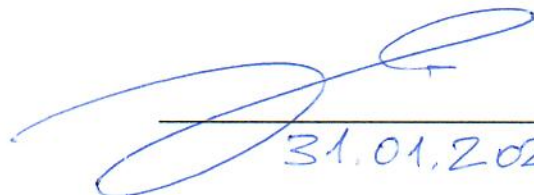
Представленную в диссертационной работе Максименко В.Г. совокупность теоретических положений можно квалифицировать как новое фундаментальное знание о природе и крупное научное достижение. Результаты работы, несомненно, имеют научную и практическую ценность.

Диссертация представляет собой законченное исследование. Приведенные в ней научные результаты обладают внутренним единством, отражают высокий уровень проведенных исследований. Диссертация изложена строгим научным языком, легко читается. Объем графических данных гармонично соотносится с теоретическим материалом и способствует его более полному восприятию. Содержание автореферата адекватно отражает основные результаты и выводы диссертации.

Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Максименко Валерий Григорьевич, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Профессор Высшей школы прикладной физики и космических технологий

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», доктор технических наук, доцент



Сороцкий Владимир Александрович

31.01.2024

Почтовый адрес ФГАОУ ВО «СПбПУ»: Россия, 195251, Санкт-Петербург, улица Политехническая, д. 29

Телефон: +7(812)2972095

Адрес сайта: <https://spbstu.ru>

Адрес электронной почты: office@spbstu.ru

Подпись Сороцкого Владимира Александровича удостоверяю:

