

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.197.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27 февраля 2024 г. № 4

О присуждении Терещенко Павлу Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Особенности возбуждения и распространения электромагнитного поля в диапазоне частот менее 300 Гц от заземленного или заводненного горизонтального излучателя» по специальности 1.3.4. радиофизика принята к защите 8 ноября 2023 г. (протокол заседания № 16) диссертационным советом 24.1.197.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126А, а/я 291, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 91нк от 26 января 2023 г.

Соискатель Терещенко Павел Евгеньевич, 30 июля 1974 года рождения, защитил диссертацию «Дифракция на импедансном клине в анизотропной плазме» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика 15 декабря 2005 г. в диссертационном совете Д 212.232.44 при Санкт-Петербургском государственном университете. В настоящее время Терещенко П.Е. работает в должности директора в Санкт-Петербургском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук.

Диссертация выполнена в Санкт-Петербургском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Мингалев Игорь Викторович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Полярный геофизический институт, и.о. директора;

2. Тинин Михаил Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», Научно-исследовательский институт прикладной физики, главный научный сотрудник;

3. Бисярин Михаил Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», физический факультет, кафедра радиофизики, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации в своем положительном отзыве, подготовленном профессором кафедры Передающие, антенно-фидерные устройства и средства системы единого времени Заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук Алёшкиным Андреем Петровичем, доктором технических наук профессором кафедры Передающие, антенно-фидерные устройства и средства системы единого времени Мысливцевым Тимофеем Олеговичем, кандидатом технических наук, доцентом, начальником кафедры Передающие, антенно-фидерные устройства и средства системы единого времени Ковалевым Максимом Александровичем и утвержденном Заместителем начальника Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского по учебной и научной работе доктором технических наук, профессором Юрием Владимировичем Кулешовым указала, что диссертация представляет собой законченную научную квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной проблемы, заключающейся в разработке научно-методического аппарата исследования особенностей возбуждения и распространения электромагнитного поля в диапазоне частот менее 300 Гц от заземленного или заводненного горизонтального излучателя и имеющей важное теоретическое и прикладное значение.

Результаты, полученные в диссертации, изложены в 41 печатном издании, 19 из которых опубликованы в журналах, включенных в список ВАК или в международные реферативные базы Scopus и Web of Science, 16 –

в тезисах докладов. В указанных работах материалы, представленные в диссертации, отражены с необходимой полнотой. Основные результаты работы опубликованы в 19 статьях, включенных в список ВАК или в международные реферативные базы Scopus и Web of Science.

В указанных работах материалы, представленные в диссертации, отражены с необходимой полнотой. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, виде, авторском вкладе и объеме научных изданий.

К наиболее важным работам, в которые автор внес преобладающий вклад, следует отнести:

1. Терещенко Е.Д., Терещенко П.Е., Сидоренко А.Е. Поляризаационные характеристики КНЧ–СНЧ магнитного поля, возбуждаемого линейным вибратором // Наука и технологические разработки. — 2020. — 2(99). — С. 5—17.

2. Effect of the total solar eclipse of 20 march 2015 on the elf propagation over high-latitude paths [Text] / E.D. Tereshchenko [et al.] // Geophysical Research Letters. — 2015. — Vol. 42, no. 17. — P. 6899—6905.

3. Терещенко П.Е. Вертикальная составляющая экстремально низкочастотного электрического поля, возбуждаемого заземленным горизонтальным вибратором // Журнал технической физики. — 2010. — Т. 80, No 7. — С. 147—150.

4. Изменения фазы магнитного поля в СНЧ-диапазоне на разломной тектонике / Е.Д. Терещенко [и др.] // Физика Земли. — 2012. — No 9. — С. 759—765.

5. Терещенко Е.Д., Терещенко П.Е. Электрическое поле горизонтальной линейной заводненной антенны // Журнал технической физики. — 2017. — Т. 87, No 3. — С. 301—315.

6. Терещенко Е.Д., Терещенко П.Е. Электромагнитное поле горизонтальной антенны под поверхностью раздела двух сред // Радиотехника и электроника. — 2018. — Т. 63, No 4. — С. 323—329.

7. Терещенко Е.Д., Терещенко П.Е. Поверхностный импеданс электромагнитного поля, возбуждаемого заземленной горизонтальной антенной в волноводе Земля-ионосфера // Физика Земли. — 2019. — No 2. — С. 181—189.

8. Терещенко Е.Д., Сидоренко А.Е., Терещенко П. Е. Влияние ионосферы и неоднородной структуры Земли на поляризаационные характеристики магнитного поля в диапазоне частот 0.2–200 Hz в ближней

зоне горизонтальной заземленной антенны // Журнал технической физики. — 2019. — Т. 89, No 7. — С. 1092—1092.

9. Tereshchenko P.E. Effect of the Ionosphere on the Controlled-Source Field in the Frequency Range Between 0.4 and 95 Hz // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. — 2022. — Т. 21, No 1. — С. 208—211.

На диссертацию и автореферат **поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный Абдуллабековым Кахарбайем Насирбековичем, академиком Академии Наук Республики Узбекистан, д.ф.-м.н., заведующем лабораторий Физика сейсмогенных процессов, Институт Сейсмологии им. Г.А. Мавлянова Академии Наук Республики Узбекистан. Отзыв положительный, без замечаний.

2. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Андреевой Еленой Станиславовной, доцентом кафедры Физики атмосферы Московского государственного университета им. Ломоносова. Отзыв положительный, без замечаний.

3. Отзыв на автореферат, подписанный д.т.н. Егоровым Владимиром Викторовичем, главным научным сотрудником Акционерного общества Российский институт мощного радиостроения и к.т.н Астаховой Натальей Леонидовной, ведущим научным сотрудником Акционерного общества Российский институт мощного радиостроения. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- В автореферате недостаточно четко отражена актуальность темы;
- Не приведены границы применимости предложенных моделей для поля в волновой зоне;
- Не в полной мере корректна формулировка (с. 15. абз. 1) «При значительном удалении от источника поле на поверхности Земли формируется суммой полей волн, распространяющихся в ионосфере и Земле»;
- Недостаточно полно представлены результаты сопоставления численных расчетов по разработанным методикам и экспериментальных данных (в частности, рис. 22).

4. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., профессором Осадчим Алексеем Евгеньевичем, директором Центра биоэлектрических интерфейсов Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики". Отзыв положительный, содержит следующее предложение:

- В качестве возможного развития данной тематики хочется предложить автору провести более полное сравнение разработанных им теоретических моделей с уже существующими методами моделирования амплитудно-фазовой структуры низкочастотных магнитных полей и выявить режимы и комбинации условий, при которых предложенные в работе методы обеспечивают наибольшее сходство с реальными сигналами.

5. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Поляковым Сергеем Владимировичем, г. Нижний Новгород, утвержденный нотариусом Табаковой Т.И. Отзыв положительный, без замечаний.

6. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Соловьевым Анатолием Александровичем, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геофизического центра Российской академии наук. Отзыв положительный, содержит следующее замечание:

- Не умаляя важности и пионерского характера проведенных соискателем исследований, должен заметить, что в диссертации игнорируется цикл работ по прохождению излучения линий электропередач (ЛЭП) в верхнюю ионосферу (50/60 Гц), проведенный в ЕЦ РАН и ИФЗ РАН (авторы - Федоров Е.Н., Мазур Н.Е., Пилипенко В.А. и др.). Эти работы опубликованы в ведущих геофизических и радиофизических журналах (J. Geophysical Research, Radio Science, Изв. ВУЗов — Радиофизика), так что их легко найти в Интернете. Разработанная в этих работах численная модель позволила учесть наиболее реалистичную модель ионосферы IRI и интерпретировать эффекты регистрации излучений ЛЭП и установки ЗЕВС на низкоорбитальных спутниках. Это замечание можно рассматривать как пожелание автору при дальнейших исследованиях в этом направлении.

7. Отзыв на автореферат, подписанный д.т.н., доцентом Сясько Владимиром Александровичем, доцентом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», профессором кафедры «Теоретическая и прикладная метрология» и д.т.н., доцентом Литвиновым Борисом Яковлевичем заместителем заведующего кафедрой «Теоретическая и прикладная метрология». Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- Ряд представленных графиков и полученных зависимостей не обоснованы по тексту (например, представленные на рис. 6 и 10);
- Представляется, что на ряде графиков объем выборки результатов

измерений не достаточен для построения достоверных зависимостей;

- Информация на рис. 11 представлена без «расшифровки», что требует больших усилий для ее понимания;

- Также следует отметить незначительные отклонения от требований нормативных документов по оформлению текстовой документации и автореферата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются известными и авторитетными учеными в области радиофизики, распространения радиоволн, развития методов радиофизической диагностики и моделирования ионосферы Земли, и выполняли работы, близкие к проблеме исследования, а ведущая организация является одним из ведущих мировых и отечественных научных центров, проводящих комплексные исследования в области радиофизики, непосредственно связанные с темой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** метод расчета поля заземленного (заподенного) диполя, который может быть использован для решения задач связи и управления подводными или подземными объектами;

- **предложен** метод численного моделирования для исследования особенностей генерации и распространения электромагнитного поля КНЧ-СНЧ с учетом влияния ионосферы и неоднородностей литосферы;

- **разработана** и реализована концепция проведения уникальных экспериментов по регистрации сигналов КНЧ-СНЧ в меняющихся геофизических условиях, на трассах с разной проводимостью, с использованием установки «Зевс» и протяженных высоковольтных линий в качестве передающих антенн;

- **доказана** возможность использования низкочастотных электромагнитных полей для изучения строения литосферы, ионосферы (нижней и внешней), локализации источников подземных (подводных) электромагнитных полей, а также для выявления источников Альвеновских резонансов в естественном электромагнитном шуме.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- применительно к проблематике диссертации результативно использован математический аппарат в интерпретации экспериментальных данных регистрации электромагнитных полей КНЧ-СНЧ;
- изложены методы расчета поля передатчика с известными параметрами с учетом строения литосферы и ионосферы;
- раскрыты проблемы распространения КНЧ-СНЧ волн на различных трассах;
- изучены условия применимости квазистационарного приближения для плоскостной среды, а также импедансного подхода для описания литосферы;
- изложены рекомендации по повышению эффективности использования активных источников низкочастотных сигналов для исследования сложных геологических структур, включающих разломы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны методы, расширяющие диапазон применимости модельных подходов, возникающих в ходе геологоразведочных работ с активным источником, а также задач связи и управления подземными или подводными объектами;
- представлены результаты экспериментов, показывающие возможность определения тонких геологических структур с использованием диапазона КНЧ-СНЧ;
- определены новые возможности использования КНЧ-диапазона для исследования литосферы и ионосферы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- установлено качественное и количественное соответствие полученных экспериментальных данных и теоретических оценок;
- использованы современные методики анализа данных;
- использованы экспериментальные данные, охватывающие различные уровни солнечной и геомагнитной активности;
- для экспериментальных работ определены условия применимости используемого оборудования, включая уровень внутренних и внешних шумов. Рассмотрен вопрос электромагнитной совместимости.

Личный вклад соискателя заключается в постановке цели и формулировке задач диссертационной работы, разработке методов решения поставленных задач, анализе и интерпретации полученных данных,

проработке методологических вопросов, подготовке публикаций и апробации полученных результатов. Задачи, поставленные и выполненные в диссертации, решены автором лично или при его определяющем участии. Автор принимал активное участие в аналитических расчетах, постановке и проведении экспериментальных работ, в обработке данных измерений и теоретической интерпретации результатов.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания, на которые соискатель Терещенко П.Е. ответил и привел собственную аргументацию, пояснив используемые в работе методы, а также согласился с рядом замечаний.

На заседании 27 февраля 2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений и экспериментальных исследований, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, присудить Терещенко Павлу Евгеньевичу ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человека, в том числе 6 докторов наук по специальности 1.3.4. Радиофизика, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 21 человека, против – 0 человек, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета 24.1.197.01,
академик РАН



Ученый секретарь
диссертационного совета 24.1.197.01,
доктор физико-математических наук

Жеребцов
Гелий Александрович

Ясюкевич
Юрий Владимирович

27 февраля 2024 г.