

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.04, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 26 декабря 2014 года публичной защиты диссертации Бадьина Александра Владимировича «Электродинамическая анизотропия свойств многокомпонентных неоднородных диэлектриков» по специальности 01.04.03 – Радиофизика на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 16 ч. 30 мин.

Время окончания заседания: 18 ч. 30 мин.

На заседании присутствуют 20 из 24 членов диссертационного совета, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика:

1. доктор физико-математических наук Майер Георгий Владимирович – председатель диссертационного совета (01.04.05)
2. доктор физико-математических наук Войцеховский Александр Васильевич – заместитель председателя диссертационного совета (01.04.05)
3. кандидат физико-математических наук Пойзнер Борис Николаевич – ученый секретарь (01.04.03)
4. доктор физико-математических наук Артюхов Виктор Яковлевич (01.04.21)
5. доктор физико-математических наук Беличенко Виктор Петрович (01.04.03)
6. доктор физико-математических наук Дмитренко Анатолий Григорьевич (01.04.03)
7. доктор физико-математических наук Донченко Валерий Алексеевич (01.04.21)
8. доктор технических наук Дунаевский Григорий Ефимович (01.04.03)

9. доктор физико-математических наук Козырев Андрей Владимирович (01.04.03)
10. доктор физико-математических наук Лосев Валерий Федорович (01.04.21)
11. доктор физико-математических наук Самохвалов Игнатий Викторович (01.04.05)
12. доктор физико-математических наук Соколова Ирина Владимировна (01.04.21)
13. доктор физико-математических наук Соснин Эдуард Анатольевич (01.04.05)
14. доктор физико-математических наук Тарасенко Виктор Федотович (01.04.21)
15. доктор физико-математических наук Улеников Олег Николаевич (01.04.05)
16. доктор физико-математических наук Фисанов Василий Васильевич (01.04.03)
17. доктор физико-математических наук Черепанов Виктор Николаевич (01.04.05)
18. доктор физико-математических наук, Шандаров Станислав Михайлович (01.04.03)
19. доктор технических наук Юдин Николай Александрович (01.04.21)
20. доктор физико-математических наук Якубов Владимир Петрович (01.04.03)

Заседание ведет председатель диссертационного совета, доктор физико-математических наук, профессор Майер Георгий Владимирович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 18, против – 2, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А.В. Бадьину учёную степень кандидата физико-математических наук.

Заключение диссертационного совета Д 212.267.04

**на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования**

«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Министерства образования и науки Российской Федерации

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 декабря 2014 г., № 106

О присуждении **Бадьину Александру Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Электродинамическая анизотропия свойств многокомпонентных неоднородных диэлектриков»** по специальности **01.04.03 – Радиофизика** принята к защите 23 октября 2014 года, протокол № 99, диссертационным советом **Д 212.267.04** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 937-671 от 23.05.2008 г.).

Соискатель **Бадьин Александр Владимирович**, 1988 года рождения.

В 2011 г. соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2014 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности инженера лаборатории междисциплинарных исследований в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре радиоэлектроники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Дунаевский Григорий Ефимович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра радиоэлектроники, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Беляев Борис Афанасьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики имени Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория электродинамики и СВЧ электроники, заведующий лабораторией

Нагорский Пётр Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория физики климатических систем, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники**», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном **Шаранговичем Сергеем Николаевичем** (кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники, заведующий кафедрой) и **Гошиным Геннадием Георгиевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники, профессор), указала, что актуальность диссертационного исследования А.В. Бадьина определяется недостаточностью данных по электрофизическим свойствам неоднородных анизотропных материалов природного и искусственного происхождения в СВЧ и КВЧ областях. Направление работы соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 № 899) – индустрия наносистем, рациональное природопользование. Автором решена актуальная научная задача по изучению влияния анизотропии многокомпонентных неоднородных диэлектриков на взаимодействующую с ними

электромагнитную волну, получены теоретически и практически значимые новые научные результаты, которые могут быть использованы для совершенствования аппаратуры и квазиоптических методов исследования образцов горных пород.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4 (из них 1 статья в журнале, переводная версия которого включена в Web of Science), в сборниках материалов всероссийских и международных конференций – 7 (из них 1 публикация в сборнике материалов зарубежной конференции, включенном в Scopus); общий объем работ – 2,38 п.л., авторский вклад – 1,38 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Бадьин А.В.**, Дунаевский Г.Е. СВЧ- и КВЧ-методы измерения анизотропии горной породы // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53, № 9/2. – С. 151-152. – 0,25 / 0,15 п.л.

2. **Бадьин А.В.**, Дунаевский Г.Е. Исследование поляризационной зависимости отражения электромагнитной волны плоским образцом горной породы // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55, № 8/2. – С. 274-275. – 0,25 / 0,2 п.л.

3. **Бадьин А.В.**, Дунаевский Г.Е., Дорофеев И.О. Исследование анизотропии природных объектов в квазиоптических пучках // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 8/2. – С. 294-296. – 0,25 / 0,15 п.л.

4. **Бадьин А.В.**, Дунаевский Г.Е. Исследование открытым СВЧ-резонатором анизотропии коэффициента отражения электромагнитной волны от горной породы // Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – С. 196-198. – 0,3 / 0,2 п.л.

На автореферат поступили 6 положительных отзывов. Отзывы представили: 1. **В.Н. Егоров**, д-р физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе Восточно-Сибирского филиала Всероссийского НИИ физико-технических и радиотехнических измерений, г. Иркутск, с замечанием о недостаточно четкой формулировке относительной ориентации плоскости поляризации электромагнитной волны и осей анизотропии исследуемых сред в описании экспериментов; 2. **А.В. Окотруб**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией физикохимии наноматериалов Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск, и **М.А. Каныгин**, канд. физ.-мат.

наук, младший научный сотрудник лаборатории физикохимии наноматериалов Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями* об объяснении причины уменьшения степени анизотропии пропускания для промежуточного значения в 10 ГГц по сравнению с двумя частотами 6 и 14 ГГц, о повторе задач и неудачно подобранном размере некоторых рисунков в автореферате; 3. **А.Ю. Ветлужский**, канд. физ.-мат. наук, доц., старший научный сотрудник лаборатории радиозондирования природных сред Института физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ, *с замечаниями* о противоречии в описании в подрисуночных подписях в автореферате и о повторении задач диссертации; 4. **А.С. Совлуков**, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории радиоволновых методов и средств измерения неэлектрических величин Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, *с замечаниями* о критериях выбора толщины исследуемого плоскопараллельного слоя композитного материала и соотношениях этой толщины с длиной зондирующей электромагнитной волны при исследованиях образцов материалов; 5. **Д.А. Усанов**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой физики твердого тела Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, *с замечаниями* об отсутствии в автореферате количественных данных о погрешностях предложенных автором методов моделирования и измерений анизотропии и по оформлению автореферата; 6. **И.Ф. Гертнер**, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры петрографии Национального исследовательского Томского государственного университета, **П.А. Тишин**, канд. геол.-минерал. наук, директор ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» Национального исследовательского Томского государственного университета, и **В.В. Врублевский**, д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры динамической геологии Национального исследовательского Томского государственного университета, *без замечаний*.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Б.А. Беляев является признанным специалистом в области исследования электрофизических свойств различных диэлектрических и магнитных материалов в СВЧ диапазоне; П.М. Нагорский является специалистом в области дистанционного зондирования сред; Томский государственный университет систем управления и

радиоэлектроники является одним из ведущих научно-исследовательских центров Западной Сибири, на радиотехническом факультете которого работает признанная научная школа по теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, включающая значительное число специалистов в этой области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана модель взаимодействия электромагнитного излучения с композитным диэлектрическим материалом, содержащим эллипсоидальные включения нескольких видов;

предложена методика исследования анизотропии диэлектрической проницаемости природных диэлектриков в области терагерцовых частот;

предложен способ локальных измерений угловой зависимости коэффициента отражения электромагнитной волны от неоднородного диэлектрика в СВЧ диапазоне на основе открытого резонатора с комбинированным зеркалом.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложенная модель позволяет исследовать совокупное влияние эллипсоидальных включений нескольких видов на анизотропию диэлектрической проницаемости композитного материала;

результаты исследования частотных характеристик, влияния диэлектрических потерь на поляризационные свойства природных и искусственных диэлектриков являются вкладом в теорию взаимодействия электромагнитного излучения с неоднородными средами;

применительно к проблематике диссертации эффективно *использован* комплексный подход, включающий теоретическое и экспериментальное исследования (численное моделирование и измерения в полосе частот значений коэффициентов прохождения и отражения электромагнитной волны композитных материалов природного и искусственного происхождения);

изучено влияние ряда форм, размеров, количества включений в матрице композитного материала на анизотропию диэлектрической проницаемости и коэффициент прохождения электромагнитной волны, показано влияние диэлектрических потерь на величину наблюдаемой анизотропии.

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

показанная возможность численного моделирования характеристик многокомпонентных искусственных композитов позволяет в значительной степени сократить сроки конструирования материалов с заданными значениями параметров;

выявленные особенности влияния влагосодержания на анизотропию природных композитов позволяют внести существенные уточнения в работу радиоволновых влагомеров, дистанционных измерителей влажности леса, а при нахождении радиоволновым зондированием направления деформации в кернах – снять неопределенность, вызванную отсутствием априорной информации о диэлектрической проницаемости включений;

показанные высокие значения анизотропии деформированной полимерной матрицы с нанотрубными включениями перспективны для создания поляризующих элементов терагерцовой техники.

Результаты работы использованы при выполнении проектов «Разработка физических основ создания методов и средств терагерцовой диагностики фундаментальных характеристик материалов искусственного и природного происхождения» в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010)» № 2.1.1/13220; «Многофункциональная аппаратура гигагерцового и терагерцового диапазонов на принципах квазистатических и квазиоптических подходов» государственный контракт № П2476 от 19.11.2009 г.; «Многофункциональная аппаратура гигагерцового и терагерцового диапазонов на принципах квазистатических и квазиоптических подходов» гос. контракт № 14.740.11.0335 от 17.09.2010 г.; «Взаимодействии электромагнитного излучения УВЧ, СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов с природными и искусственными материалами» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» от 20.07.2012 г. № 14.В37.21.0245; «Разработка лабораторного макета переносного устройства для экспресс анализа анизотропии горной породы» (договор № 4/14278 от 01.02.2012 г. с ООО «Триумф» в рамках № 10019 р/14278 от 01.02.2012 г. и гос. контракт № 11662 р/17207 от 05.04.2013 г.).

Результаты работы *внедрены* в учебный процесс на кафедре радиоэлектроники радиофизического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета.

Работа *представляет* интерес как в связи с интенсивным освоением терагерцового диапазона частот, так и в плане создания новых методов и средств исследований неоднородных материалов природного и искусственного происхождения.

Использованный подход численного моделирования диэлектрических параметров многокомпонентной среды, основанный на представлении ее диэлектрической матрицей с эллипсоидальными включениями различных видов, будет полезен специалистам, в область научных интересов которых входят исследование электрофизических свойств неоднородных природных и искусственных материалов. Развитые в ходе исследования экспериментальные подходы могут быть полезны при разработке радиоволновых методов анализа распределения локальных неоднородностей по поверхности плоских образцов больших, по сравнению с длиной волны, размеров.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты исследований целесообразно использовать при проектировании аппаратуры для исследования природных материалов, в частности, для влагометрии дерева, а также экспресс-диагностики анизотропии электрофизических свойств кернов горной породы. Результаты могут найти применение в научно-исследовательской лаборатории структурной петрологии и минерагии Национального исследовательского Томского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

полученные расчетные соотношения для анизотропии многокомпонентного композита, при уменьшении количества видов включений до одного, совпадают с известными, ранее полученными для этого случая другими авторами;

основные экспериментальные результаты работы получены на сертифицированном оборудовании;

показана воспроизводимость результатов исследования, полученных различными методами;

для измеренных угловых зависимостей коэффициента прохождения достоверность результатов подтверждается использованием аттестованных стандартных образцов предприятий, качественным согласием экспериментальных данных по коэффициентам прохождения электромагнитной волны с данными, полученными независимыми источниками.

Научная новизна результатов исследования заключается в:

численном моделировании влияния диэлектрических потерь в матрице и в объеме включений на наблюдаемость анизотропии композитного материала;

показанной численным моделированием частотной зависимости анизотропии водосодержащего композитного материала от его влажности;

исследовании анизотропии плоскопараллельного слоя неоднородной горной породы в квазиоптическом пучке в области частот 34-177 ГГц;

показанной возможности исследования локальных значений анизотропии композитного материала с помощью открытого резонатора с измерительным отверстием прямоугольного сечения в одном из зеркал.

Личный вклад соискателя состоит в: получении теоретических и экспериментальных результатов, в последующей обработке и интерпретации полученных данных, в обосновании полученных в диссертации результатов, участии в апробации результатов исследования, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи исследования взаимодействия электромагнитного излучения с неоднородными анизотропными материалами природного и искусственного происхождения, имеющей значение для развития радиофизики.

На заседании 26.12.2014 г. диссертационный совет принял решение присудить **Бадьину А.В.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 18, против – 2, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

26 декабря 2014 г.



Майер

Георгий Владимирович

Пойзнер

Борис Николаевич