

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 08 декабря 2016 года публичной защиты диссертации Родионовой Ольги Васильевны «Метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости почвогрунтов в широкой полосе частот» по специальности 01.04.03 – Радиофизика на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

На заседании присутствовали 19 из 25 членов диссертационного совета, в том числе 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика:

- | | |
|---|----------|
| 1. Войцеховский А.В., доктор физико-математических наук, заместитель председателя диссертационного совета | 01.04.05 |
| 2. Пойзнер Б.Н., кандидат физико-математических наук, ученый секретарь диссертационного совета | 01.04.03 |
| 3. Артюхов В.Я., доктор физико-математических наук | 01.04.21 |
| 4. Беличенко В.П., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |
| 5. Дмитренко А.Г., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |
| 6. Донченко В.А., доктор физико-математических наук | 01.04.21 |
| 7. Дунаевский Г.Е., доктор технических наук | 01.04.03 |
| 8. Кабанов М.В., доктор физико-математических наук, чл.-корр. РАН | 01.04.05 |
| 9. Козырев А.В., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |
| 10. Самохвалов И.В., доктор физико-математических наук | 01.04.05 |
| 11. Соколова И.В., доктор физико-математических наук | 01.04.21 |
| 12. Солдатов А.Н., доктор физико-математических наук | 01.04.21 |
| 13. Тарасенко В.Ф., доктор физико-математических наук | 01.04.21 |
| 14. Улеников О.Н., доктор физико-математических наук | 01.04.05 |
| 15. Фисанов В.В., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |
| 16. Черепанов В.Н., доктор физико-математических наук | 01.04.05 |
| 17. Шандаров С.М., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |
| 18. Юдин Н.А., доктор технических наук | 01.04.21 |
| 19. Якубов В.П., доктор физико-математических наук | 01.04.03 |

В связи с невозможностью присутствовать на заседании председателя диссертационного совета доктора физико-математических наук, профессора Майера Георгия Владимировича по его письменному поручению заседание провёл заместитель председателя диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Войцеховский Александр Васильевич.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 18, против – 1, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить О. В. Родионовой ученую 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 08.12.2016 г., № 123

О присуждении **Родионовой Ольге Васильевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости почвогрунтов в широкой полосе частот»** по специальности **01.04.03** – Радиофизика принята к защите 20.06.2016 г., протокол № 117, 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 **Родионова Ольга Васильевна**, 1986 года рождения.

В 2009 году соискатель окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный педагогический университет».

В 2012 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный педагогический университет».

Работает в должности научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории диэлькометрии и петрофизики (в период подготовки диссертации работала в должности инженера-лаборанта кафедры физики и методики обучения физике, далее – в должности лаборанта, затем в должности научного сотрудника

лаборатории микроволновой радиометрии отдела организации и планирования научно-исследовательских работ) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный педагогический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре физики и методики обучения физике факультета математики, информатики, физики и технологии и в лаборатории микроволновой радиометрии отдела организации и планирования научно-исследовательских работ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный педагогический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Бобров Павел Петрович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный педагогический университет», кафедра физики и методики обучения физике, профессор.

Официальные оппоненты:

Бордонский Георгий Степанович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория геофизики криогенеза, главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего лабораторией

Суслев Валентин Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра радиоэлектроники, доцент

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном

Саворским Виктором Петровичем (кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, лаборатория 301, заведующий лабораторией), указала, что актуальность темы диссертационной работы О.В. Родионовой обусловлена необходимостью создания диэлектрического метода измерения комплексной диэлектрической проницаемости в широком диапазоне частот веществ, представленных одним образцом. Автором разработан новый широкополосный метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости сыпучих и жидких веществ, находящихся в одной ячейке, в диапазоне частот 42 Гц – 8,5 ГГц; обнаружен процесс длительного изменения комплексной диэлектрической проницаемости глинистых почв после увлажнения из сухого состояния, оценена его длительность; обнаружено скачкообразное изменение показателя преломления связанной воды в бентоните, свидетельствующее об изменении её фазового состояния при изменении влажности, установлена зависимость времени диэлектрической релаксации от площади удельной поверхности глинистых водонасыщенных пород, не зависящая от типа глины. Полученные данные могут быть использованы для развития методов дистанционного зондирования Земли, подповерхностной радиолокации, диэлектрического каротажа и исследования свойств пород диэлектрическим методом. Основные результаты исследований могут быть использованы в вузах и научно-исследовательских организациях РАН: Институт космических исследований РАН (г. Москва), Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва), Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН (г. Красноярск), Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск), Институт почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Агрофизический научно-исследовательский институт (г. Санкт-Петербург).

Соискатель имеет 19 работ, в том числе по теме диссертации – 19 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 5 (из них 1 статья в журнале, индексируемом Web of Science), патентов Российской Федерации – 2, статей в научных журналах – 2 (из них 1 статья в зарубежном научном журнале), публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций и симпозиумов – 10 (из них 2 зарубежных). Общий объем публикаций – 5,14 п.л., личный вклад автора – 1,56 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Бобров П. П. Методы измерения диэлектрической проницаемости диэлектриков с высокой и очень низкой проводимостью в диапазоне частот от 10^3 до 10^8 Гц / П. П. Бобров, **О. В. Кондратьева (Родионова)**, А. В. Репин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53, № 9/2. – С. 168–169. – 0,06 / 0,02 п.л.

2. Бобров П. П. Измерение комплексной диэлектрической проницаемости образца в одной ячейке от десятков герц до единиц гигагерц / П. П. Бобров, **О. В. Кондратьева (Родионова)**, А. В. Репин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55, № 8/3. – С. 23–26. – 0,19 / 0,06 п.л.

3. Беляева Т. А. Изменение диэлектрических свойств связанной воды в почвах при увеличении ее количества / Т. А. Беляева, П. П. Бобров, **О. В. Кондратьева (Родионова)** // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2013. – № 5(51). – С. 92–95. – 0,19 / 0,06 п.л.

4. Беляева Т. А. Зависимость диэлектрической проницаемости связанной воды в бентоните от влажности и температуры / Т. А. Беляева, П. П. Бобров, В. Л. Миронов, **О. В. Родионова** // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2014. – Т. 11, № 3. – С. 288–300. – 0,75 / 0,19 п.л.

5. Bobrov P. P. Wideband Frequency Domain Method of Soil Dielectric Properties Measurements / P. P. Bobrov, A. V. Repin, **O. V. Rodionova** // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2015. – Vol. 53, is. 5. – P. 2366–2372. – 0,38 / 0,13 п.л. – DOI: 10.1109/TGRS.2014.2359092

Патенты Российской Федерации:

6. Пат. 2474830 С1 Российская Федерация, МПК G01R27/26. Способ измерения комплексной диэлектрической проницаемости жидких и сыпучих веществ в широком диапазоне частот / Бобров П.П., Репин А.В., **Кондратьева (Родионова) О.В.**; заявитель и патентообладатель федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный педагогический университет» (RU). – № 2011134175/28; заявл. 12.08.2011; опубл. 10.02.2013, Бюл. № 4. – 12 с. – 0,75 / 0,19 п.л.

7. Пат. 2509315 Российская Федерация, МПК G01R27/26, G01N22/04. Способ измерения комплексной диэлектрической проницаемости жидких и сыпучих веществ / Бобров П.П., Репин А.В., **Кондратьева (Родионова) О.В.**; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный педагогический университет» (RU). – № 2012119574/28; заявл. 11.05.2012; опубл. 10.03.2014, Бюл. № 7. – 15 с. – 0,94 / 0,31 п.л.

На автореферат поступили 6 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **В.П. Кисмерешкин**, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры средств связи и информационной безопасности Омского государственного технического университета, *с замечаниями*: из автореферата нельзя заключить что имеет место изменение погрешности измерений в диапазоне 42 Гц-8,5 ГГц, поэтому утверждения голословны; заявленное скачкообразное изменение показателя преломления не подтверждено ни аналитически, ни графически в зависимости от содержания воды. 2. **С.В. Кривальцевич**, канд. физ.-мат. наук, заместитель генерального директора по научной работе Омского научно-исследовательского института приборостроения, *без замечаний*. 3. **Т.Н. Чимитдоржиев**, д-р техн. наук, доц., профессор РАН, заместитель директора Института физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ, *без замечаний*. 4. **К.В. Музалевский**, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории радиофизики дистанционного зондирования Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН Красноярского научного центра Федерального исследовательского центра СО РАН, г. Красноярск, *без замечаний*. 5. **А.Н. Романов**, д-р техн. наук, доц., заведующий лабораторией физики атмосферных и гидросферных процессов Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, *с замечаниями*: из автореферата не ясно, определялась ли засоленность бентонита, рассматривалась ли возможность растворения солей (даже в случае их малого количества) в первых порциях влаги с образованием насыщенного раствора,

способного вызвать подобные резкие изменения диэлектрических характеристик бентонитовой глины; из рис. 9 видно, что зависимости показателей преломления и поглощения представляют собой прямые линии – это может означать, что вода, добавляемая в бентонит и адсорбируемая поверхностью почвенных частиц, имеет одинаковые диэлектрические свойства; *и с вопросами*: Почему диэлектрическая проницаемость связанной воды достигает максимальных значений на разных частотах при разных влажностях? Какие физические эффекты происходят в течение 7-9 суток в бентонитовой глине и оказывают влияние на установление равновесного состояния? **б. Д.Е. Зачатейский**, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Омского филиала Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, *с замечаниями*: из текста автореферата не ясно, чем обусловлена столь точно задаваемая (42 Гц) нижняя граница частотного диапазона, в которой обеспечивается заявленная точность измерений; в автореферате не представлен график зависимости изменений комплексной диэлектрической проницаемости, упомянутый во втором выносимом на защиту научном положении.

Авторы отзывов на автореферат отмечают, что зависимость комплексной диэлектрической проницаемости почв и грунтов от частоты, влажности, засоленности является одним из ключевых параметров в задачах дистанционного зондирования, подповерхностного георадарного зондирования, диэлектрического каротажа. Точные данные о комплексной диэлектрической проницаемости подстилающей поверхности необходимы также при моделировании и проектировании антенных систем КВ, СВ и СДВ диапазона, а также трасс радиолиний. Учитывая повседневное обращение исследователей к указанным характеристикам, любой вклад в эту область знаний представляет собой научный и практический интерес. Диссертантом предложен широкополосный метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости, важным достоинством которого является то, что при измерении одного и того же образца погрешность измерения не превышает 3 % во всем частотном диапазоне от 42 Гц до 8,5 ГГц; указаны условия, при которых возможно достижение такой погрешности; разработаны рекомендации, предлагаемые для использования в практической деятельности агро-разработчиков и потребителей в различных подразделениях. С использованием этого метода

проведен ряд исследований диэлектрических свойств грунтов, их изменения во времени и зависимость от температуры, тщательно исследованы диэлектрические свойства бентонитовой глины при небольших влажностях, когда вся вода находится в связанном состоянии, найдена зависимость времени релаксации от удельной поверхности образцов, полностью насыщенных дистиллированной водой. Полученные данные позволяют создавать и тестировать спектроскопические модели почв и горных пород, исследовать многочастотные релаксационные процессы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что **Г.С. Бордонский** является ведущим специалистом в области изучения диэлектрических и излучательных характеристик ледяного покрова; **В.И. Суляев** является ведущим специалистом в области изучения диэлектрических характеристик почвогрунтов; **Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН** является ведущим центром в области проведения исследований грунтов в различном диапазоне частот.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

обоснован и разработан новый метод панорамного измерения комплексной диэлектрической проницаемости в сверхширокой полосе 42 Гц – 8,5 ГГц для различных жидких и сыпучих веществ, помещаемых в специальную измерительную ячейку;

доказана высокая эффективность и универсальность этого метода измерения относительной комплексной диэлектрической проницаемости для образцов веществ с проницаемостями, изменяющимися более чем на три порядка при сохранении величины погрешности не более 3%;

показано (разработанным методом), что значимые изменения величины комплексной диэлектрической проницаемости при увлажнении предварительно высушенных образцов бентонита и естественных лугово-черноземных почв происходят в течение первых 7–9 суток, а образование связанной воды, например, в бентоните происходит при достижении влажности порядка 4–7 %;

установлена общая для всех исследованных типов глин зависимость времени диэлектрической релаксации от их удельной площади поверхности в водонасыщенных породах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в работе разработан новый радиоволновой метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости, позволяющий достоверно и объективно проследить весь процесс постепенной (в течение 7-9 суток) структурной перестройки почвенной матрицы и образования органо-минерального геля из предельно сухого состояния глинистых пород, что важно для развития теории почвообработки и строительства.

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

создан новый способ измерения комплексной диэлектрической проницаемости, обладающий рядом преимуществ и позволяющий в сочетании с известными методами получать непрерывные зависимости диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 42 Гц до 8,5 ГГц. Подобные измерения необходимы при контроле качества продукции в промышленности, для диагностического применения в области биомедицины, в дистанционном радиозондировании и в диэлектрическом каротаже;

полученные результаты указывают на необходимость длительного выдерживания исследуемых пород после увлажнения для достижения стабильного значения комплексной диэлектрической проницаемости перед ее измерением, а также позволяют оценивать удельную поверхность пород путем измерения их диэлектрических характеристик в состоянии полного насыщения дистиллированной водой;

Работа выполнена в рамках грантов РФФИ: «Диэлектрическая релаксация в газо-, нефте-водонасыщенных породах» (2014–2016 гг.), рег. № 01201453396 (проект № 14-05-00151а); «Исследование диэлектрической релаксации в нефтенасыщенных песчано-глинистых породах», (2012–2013 гг.), рег. № 01201263698 (проект № 12-05-00502а); а также в следующих НИР: «Исследование радиофизических характеристик почв, загрязненных промышленными выбросами, в микроволновом и оптическом диапазонах длин волн» (2002–2007 гг.), рег. № 01.20.0001819, включенной в темплан Минобразования; «Разработка физических основ дистанционных и контактных радиофизических методов оценки гидрофизических характеристик почв» (2007–2012 гг.), рег. № 0120.0802369, выполненной в рамках аналитической ведомственной целевой программы Минобрнауки России; «Исследование влияния органического

вещества на комплексную диэлектрическую проницаемость почв и горных пород с различной пористостью в широком диапазоне частот электромагнитных волн» (2012–2013 гг.), рег. № 01201254111; «Исследование влияния удельной поверхности и структуры порового пространства нефте-водонасыщенных пород на диэлектрическую проницаемость и удельную эквивалентную проводимость» (2014–2016 гг.), рег. № 114120370138 (проект № 3460), выполненных в рамках госзадания Минобрнауки России.

Рекомендации об использовании результатов исследования. Полученные результаты могут быть использованы в научно-исследовательских организациях, занимающихся дистанционным зондированием Земли, подповерхностной радиолокацией, диэлектрическим каротажем и исследованием свойств пород диэлектрическим методом: Институте космических исследований РАН (г. Москва), Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН Красноярского научного центра Федерального исследовательского центра СО РАН, Институте почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск), Институте экологического почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Агрофизическом научно-исследовательском институте (г. Санкт-Петербург).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные данные получены на разработанной установке с использованием сертифицированного измерительного оборудования и современных методов исследования;

показана воспроизводимость экспериментальных данных;

установлено согласие результатов, полученных разными методами измерения, а также согласие с данными, имеющимися в литературе.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Научная новизна исследования состоит в разработке нового широкополосного метода измерения комплексной диэлектрической проницаемости сыпучих и жидких веществ, находящихся в одной ячейке. Новизна подтверждена патентами РФ на изобретение № 2509315 МПК G01R27/26, G01N22/04 и № 2474830 МПК G01R27/26, G01N22/04. Показано, что

использование разработанного метода для получения сплошных спектров комплексной диэлектрической проницаемости веществ позволяет исследовать процессы диэлектрической релаксации в глинистых породах.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке и тестировании широкополосного метода измерения комплексной диэлектрической проницаемости веществ; в проведении измерений диэлектрической проницаемости глинистых пород различного гранулометрического состава; в обсуждении и интерпретации полученных результатов (в диссертации использованы только те результаты, в получении которых автору принадлежит определяющая роль); в апробации полученных результатов на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях; в подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи измерения комплексной диэлектрической проницаемости почвогрунтов, представленных одним образцом, в широком диапазоне частот, имеющей значение для развития радиофизики.

На заседании от 08.12.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить **Родионовой О.В.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

08 декабря 2016 г.



Александр Васильевич

Войцеховский
Александр Васильевич

Борис Николаевич

Пойзнер
Борис Николаевич