

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.10.2019 № 100

О присуждении Галке Александру Георгиевичу, гражданину РФ,

ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Развитие метода ближнепольной резонансной диагностики параметров диэлектрических сред» по специальности 01.04.03 – радиоп физика принята к защите 27 июля 2019 г., протокол №90, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Галка Александр Георгиевич, 1986 года рождения, в 2011 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе геофизической электродинамики ИПФ РАН.

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук Костров Александр Владимирович, заведующий лабораторией ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Кудрин Александр Владимирович, доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, и Волокитин Александр Сергеевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкина Российской академии наук», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФ РАН, г. Москва), в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником к.т.н. Степахиным Владимиром Дмитриевичем и утвержденном директором ИОФ РАН членом-корр. РАН Гарновым Сергеем Владимировичем, указала, что диссертация А. Г. Галки представляет собой законченную научно-квалификационную работу, посвященную развитию метода резонансной ближнепольной СВЧ-диагностики материальных сред и его экспериментальной реализации применительно к определению концентрации плазмы, давления газов, параметров биологических тканей, а также подповерхностному зондированию неоднородных проводящих сред. Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Соискателем по теме диссертации опубликовано 15 статей в рецензируемых журналах, 14 работ в сборниках трудов всероссийских и международных конференций, получен патент на изобретение. Наиболее значимыми работами являются:

1. *Galka A.G., Yanin D.V., Kostrov A.V., Priver S.E., Malyshev M.S.* Wide-range measurements of plasma density using a hairpin resonance microwave probe // *Journal of Applied Physics*. 2019. 125, 124501, P. 1-6.
2. *Янин Д.В., Галка А.Г., Костров А.В.* Резонансные измерительные системы для ближнепольной СВЧ-томографии биологических тканей // *Успехи прикладной физики*. 2019. Т. 7, №2, С. 201-222.
3. *Янин Д.В., Галка А.Г., Костров А.В., Привер С.Э., Смирнов А.И.* Резонансный датчик давления газа на отрезке коаксиальной линии // *Прикладная физика*. 2017. №1. С. 74-80.
4. *Янин Д.В., Галка А.Г., Костров А.В., Смирнов А.И., Стриковский А.В., Кузнецов И.В.* Подповерхностная диагностика квазиодномерных неоднородностей методом резонансного ближнепольного СВЧ-зондирования // *Изв. вузов. Радиофизика*. 2014. 57(1). С. 35-47.



На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации сделаны следующие замечания по содержанию диссертации: 1) недостаточно четко описаны условия проведения экспериментов по применению ближнепольной СВЧ-диагностики структуры биологических сред и статистические характеристики полученных данных; 2) недостаточно четко изложен вопрос ухода излучения от антенны вглубь изучаемой среды и учет этого явления при определении параметров среды.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В. Кудрина содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: 1) при теоретическом описании резонансной измерительной системы в главе 1 автором не учитывается магнитная связь между возбуждающей и приемной рамками; 2) при расчете резонатора с ближнепольной антенной в виде отрезка двухпроводной линии используется приближенное выражение для волнового сопротивления линии (1.17), справедливое при условии, когда расстояние между проводами много больше диаметра провода. Остается неясным, как пренебрежение поправками в формуле (1.17) повлияет на результаты регистрации малых изменений диэлектрической проницаемости среды вблизи измерительной части системы; 3) из текста диссертации не вполне ясно, чем определяется минимальная измеряемая концентрация плазмы.

Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. А. С. Волокитина содержит, вместе с редакционными, следующие замечания: 1) в ходе экспериментальной реализации амплитудно-фазового метода применительно к измерению плотности плазмы говорится о достаточно высокой точности - порядка 5%, которая рассчитана путем сопоставления данных, полученных с помощью малогабаритного СВЧ-зонда с использованием вышеуказанной методики и аналогичного по конструкции зонда больших размеров с применением классического способа измерений по сдвигу максимума резонансной кривой. Имело бы смысл сопоставить результаты измерений с другими независимыми диагностиками; 2) при измерениях относительно низких

значений плотности плазмы продемонстрирована высокая чувствительность измерительной системы. Справедливость данных результатов оправдана в предположении однородного распределения концентрации вблизи резонатора. Однако вблизи металлического объекта в плазме значение концентрации падает, и данный эффект должен был привести к изменению экспоненциального хода кривой  $N_e(t)$ . Почему это явление не наблюдалось в эксперименте, остается невыясненным; 3) при анализе методов подповерхностной диагностики преимущества предлагаемого СВЧ-метода по сравнению с использованием георадара обсуждаются, в основном, с технической стороны, а вопросы точности и информативности остаются недостаточно выясненными; 4) при рассмотрении определения плотности ионосферной плазмы с помощью резонансного СВЧ-зонда остается неясным, можно ли пренебречь влиянием геомагнитного поля на результаты измерений.

Положительные отзывы на автореферат к.ф.-м.н. А.А. Скальского (ИКИ РАН, г. Москва), к.ф.-м.н. А.В. Шиндина (ННГУ, г. Нижний Новгород), к.м.н. Е.А. Галовой (ПИМУ, г. Нижний Новгород), д.м.н. С.П. Перетягина (Ассоциация российских озонотерапевтов, г. Нижний Новгород) не содержат существенных замечаний.

На все вопросы и замечания, содержащиеся в отзывах, А.Г. Галкой были даны удовлетворительные ответы и комментарии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и физики плазмы, а одним из направлений деятельности ведущей организации является разработка и апробация георадиолокационных методов разведки углеводородных месторождений.

**Диссертационный совет отмечает, что в ходе выполненных соискателем исследований:**

– развит и реализован амплитудно-фазовый метод измерения концентрации плазмы резонансным СВЧ-зондом, увеличивающий диапазон измеряемых значений на три порядка по сравнению с классическим способом по сдвигу резонансной кривой;



- разработан и апробирован резонансный датчик на полуволновом отрезке коаксиальной линии для измерения давления газа и исследования его временной динамики в вакуумных системах в широком диапазоне значений от 0.1 торр до 2 атм;
- разработан и реализован метод ближнепольного СВЧ-зондирования, адаптированный для медицинских приложений - неинвазивных диагностики меланомы кожи и мониторинга ожоговых ран;
- предложен новый метод диагностики параметров ионосферной плазмы с помощью резонатора на четвертьволновом отрезке двухпроводной линии, позволяющий проводить на борту микроспутника измерение малых значений концентрации плазмы в диапазоне  $10^3 - 10^6 \text{ см}^{-3}$ ;
- предложен и экспериментально реализован метод резонансной ближнепольной СВЧ-томографии, позволяющий осуществлять малоглубинное зондирование земли;

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что предложенная электродинамическая модель измерительной системы является универсальной для описания СВЧ-датчиков с резонатором на отрезке длинной линии и ближнепольной антенной. Полученные аналитические выражения для характеристик такой системы позволяют моделировать ее работу в широком диапазоне электродинамических параметров исследуемых объектов.

**Практическая значимость работы** связана с разработкой конструкции резонансных ближнепольных датчиков для измерения концентрации плазмы, давления газа, характеристик биологических тканей, почвы и других материальных сред. Предложенные диагностики существенно расширяют арсенал основных методов исследования объектов и способствуют развитию диэлектрических измерений в дециметровом диапазоне длин волн.



**Оценка достоверности результатов исследования** выявила хорошее соответствие экспериментальных результатов с данными теоретических оценок. Результаты диссертации опубликованы в ведущих журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке метода резонансного ближнепольного СВЧ-зондирования для исследования электродинамических характеристик неоднородных материальных сред, построении соответствующих теоретических моделей, постановке и проведении лабораторных экспериментов, обработке и интерпретации полученных данных.

На заседании от 28.10.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Галке А. Г. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета  
академик РАН

  
  
А.Г. Литвак

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук

  
Э.Б. Абубакиров

«28» октября 2019 г.