

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования

«Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10.10.2014 г. № 25

О присуждении Шиловскому Павлу Александровичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Электродинамические свойства и математические модели гиперболических метаматериалов» по специальностям 01.04.03 – «Радиофизика» и 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 3 июля 2014 года, протокол № 22, диссертационным советом Д 212.243.01 на базе ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», (410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83), сформированным согласно приказу № 75/нк от 15.02.2013.

Соискатель *Шиловский Павел Александрович*, 1988 года рождения, в 2011 году окончил ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». В 2014 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Диссертация выполнена на кафедре радиотехники и электродинамики в ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского».

Научные руководители:

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиотехники и электродинамики ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» *Давидович Михаил Владимирович*;

доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математического обеспечения вычислительных комплексов и информационных систем ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» *Андрейченко Дмитрий Константинович.*

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной электродинамики и компьютерного моделирования ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» *Лерер Александр Михайлович;*

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры технической физики и информационных технологий Энгельсского технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» *Клинаев Юрий Васильевич,*

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Саратовский филиал ФГБУН «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН», г. Саратов, в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией фотоники Поповым Вячеславом Валентиновичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией теоретической нелинейной динамики Кузнецовым Сергеем Петровичем и кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Козиной Ольгой Николаевной, указала, что диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, имеет теоретическую и практическую значимость и соответствует критериям пунктов 9-14, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о присуждении учёных степеней», утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, из них по теме диссертации 14 работ общим объёмом 5,5 печатных листа, в том числе 7 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых

научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. Наиболее значительные работы:

1. Давидович М.В., Шиловский П.А. Метаматериалы с диэлектрическими и металлическими включениями в кубическую решетку // ЖТФ. – 2013. – Т. 83. – № 8. – С. 90–97. (Исследована дисперсия метаматериалов с диэлектрическими и металлическими включениями в виде параллелепипеда и куба, а также одномерных наноразмерных структур с металлическими слоями.)

2. Давидович М.В., Шиловский П.А. Расчет зонных диаграмм металлических проволочных фотонных кристаллов // ЖТФ. – 2012. – Т. 82. – №. 12. – С. 79–83. (Рассчитаны зонные диаграммы металлических фотонных кристаллов в виде тонких проволочек с учетом до нескольких десятков гармоник тока и нескольких тысячах пространственных гармоник и исследованы сходимость алгоритма, точность результатов и зависимость ширины зоны непропускания.)

3. Давидович М.В., Стефюк Ю.В., Шиловский П.А. Металлические проволочные фотонные кристаллы. Анализ электрофизических свойств // ЖТФ. – 2012. – Т. 82. – №. 3. – С. 7–14. (Проанализированы тонкопроволочные непересекающиеся металлические фотонные кристаллы, с использованием гомогенизации получен зависящий от волнового числа и волнового вектора тензор эффективной диэлектрической проницаемости, рассчитаны дисперсия и значения диэлектрической проницаемости.)

4. Давидович М.В., Шиловский П.А., Андрейченко Д.К. Использование технологий параллельных вычислений при моделировании металлических фотонных кристаллов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – Т. 13. – № 2. – ч. 1. – С. 86–90. (Рассмотрены возможности применения технологий параллельных вычислений Message Passing Interface и Open Calculation Language при моделировании металлических фотонных кристаллов.)

5. М.В. Давидович, П.А. Шиловский. Анализ электрофизических свойств металлических прямоугольных проволочных фотонных кристаллов // Гетеромагнитная электроника. – 2012. – № 13. – С. 45–50. (Исследованы свойства

прямоугольных проволочных металлических фотонных кристаллов, рассчитаны зонные диаграммы и получен тензор эффективной магнитной проницаемости.)

6. Давидович М.В., Яфаров Р.К., Доронин Д.М., Шиловский П.А. Электромагнитные экраны инфракрасного диапазона на основе наноразмерных слоев металла, SiO₂ и SiO // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2012. – Т. 15. – № 2. – С. 19–21. (Получены характеристики наноразмерных металло-диэлектрических электромагнитных тепловых экранов, непрозрачных в инфракрасном диапазоне и прозрачных на оптических частотах.)

Соискатель принимал непосредственное участие в подготовке публикаций, отражающих его личный вклад в проведенные исследования.

На автореферат поступили 3 положительных отзыва:

из ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН» (г. Москва) от д.т.н., профессора, главного научного сотрудника Совлукова А.С.;

из НПП «НИКА-СВЧ» (г. Саратов) от д.т.н., профессора, лауреата Государственной премии, заслуженного деятеля науки РФ Мещанова В.П.;

из ОАО «Радиофизика» (г. Москва) от к.т.н. Скобелева С.П.

В отзывах на автореферат сделаны замечания об отсутствии:

а) «упоминания о скорости сходимости рядов, полученных в работе, и способах их суммирования», б) конкретных сравнений с результатами других авторов, в) указаний, какое устройство доведено до практической реализации; г) ответа (по мнению автора отзыва) на вопрос «Обладают ли рассмотренные примеры синтеза одномерно-периодических, двумерно-периодических и трехмерно-периодических структур всеми возможными электродинамическими характеристиками, присущими гиперболическим метаматериалам?», а также относительно использованной терминологии и структуры автореферата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией и соответствием проводимых ими исследований теме диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

введены в рассмотрение численные оценки границ полных и неполных запрещённых зон в металлических проволочных фотонных кристаллах с включениями в виде конечных и бесконечно протяженных стержней, а также прямоугольных колец, и показано соответствие электродинамического поведения трёхмерно-периодической структуры из металлических конечных стержней модели Лоренца среды с осцилляторами;

предложены математические модели металлических проволочных фотонных кристаллов с включениями в виде стержней и колец на основе метода интегральных уравнений и периодических функций Грина, что позволило строить интегральное уравнение лишь относительно тангенциальных компонент электрического поля, сократить размерность задачи и получить дисперсионное уравнение;

разработан программный комплекс для выполнения расчетов дисперсионных характеристик метаматериалов, в основе которого лежит предложенный параллельный метод решения дисперсионного уравнения; комплекс обеспечивает близкую к линейной масштабируемость по числу выполняющих устройств и предназначен для работы на вычислительных системах с многоядерными центральными процессорами и графическими ускорителями вычислений;

доказана возможность распараллеливания задачи моделирования распространения электромагнитных волн в метаматериалах на двух уровнях: при решении дисперсионного уравнения с применением технологии параллельных вычислений Message Passing Interface и при расчете рядов функции Грина с помощью технологии Open Calculation Language.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

результативно, с получением обладающих новизной результатов, **использован** метод интегральных уравнений и периодических функций Грина, на основе которого построены математические модели анализа электродинамических свойств метаматериалов;

изложены результаты численного моделирования и показано существование полных и неполных запрещённых зон в гиперболических

метаматериалах, а также возможность достижения в них отрицательных величин эффективной диэлектрической проницаемости.

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

представлена структура электромагнитных тепловых экранов из периодических наноразмерных слоёв металла и диэлектрика, непрозрачная для инфракрасных частот и прозрачная для видимого света, а также направляющая структура для частот вплоть до оптического диапазона на основе двумерно-периодических металлических фотонных кристаллов из бесконечно протяженных проволочных стержней;

разработан метод решения дисперсионного уравнения, который позволяет обходить полюса, и на его основе **создан** программный комплекс для выполнения расчётов дисперсионных характеристик метаматериалов на высокопроизводительных параллельных вычислительных системах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что она подтверждается применением строгих электродинамических моделей на основе уравнений Максвелла, сходимостью предложенных алгоритмов, а также приемлемыми результатами расчета невязки граничных условий. Проведено сравнение некоторых численных результатов с результатами теоретических и экспериментальных работ других авторов (Белов П.А., 2002, Pendry J.B., 1996, Nicorović N.A., 1995) и показано их совпадение.

Личный вклад соискателя состоит в создании метода решения дисперсионного уравнения, параллельного алгоритма на его основе, а также в разработке программного комплекса для выполнения расчетов дисперсионных характеристик метаматериалов. Соискателем проведен анализ электродинамических свойств гиперболических метаматериалов и дана их интерпретация. Постановка задач, разработка математических моделей, подготовка основных публикаций по теме диссертации и апробация результатов работы проводилась совместно с научными руководителями.

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в научных исследованиях в Институте радиотехники и электроники имени

В.А. Котельникова РАН (г. Москва, филиалы в г. Фрязино Московской обл. и в г. Саратове), ФГУП «НПП «Исток»» (г. Фрязино Московской обл.), ЗАО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон»» (г. Саратов), а также могут быть рекомендованы к внедрению в учебном процессе в Национальном исследовательском Саратовском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского, Самарском государственном университете, Южном федеральном университете, Саратовском государственном техническом университете им. Гагарина Ю.А., Национальном исследовательском университете «МИЭТ (Московский институт электронной техники)», Национальном исследовательском университете «МЭИ (Московский энергетический институт)».

Содержание диссертации удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании диссертационный совет принял решение присудить Шиловскому П.А. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика» и 3 доктора наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 3 человека (по специальности 05.13.18), проголосовал: за – 25, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета,

Ученый секретарь
диссертационного совета,

10 октября 2014 г.



Усанов Дмитрий Александрович
Аникин Валерий Михайлович