

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Оспановой Анар «Электродинамические эффекты в метаматериалах с тороидным откликом», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 17 декабря 2019 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 14.10.2019, протокол № 12.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики и квантовых технологий и в лаборатории моделирования и разработки новых материалов, НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – к.т.н., доцент, эксперт лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» и кафедры теоретической физики и квантовых технологий федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Башарин Алексей Андреевич.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 12 от 14.10.2019) в составе:

1. Калошкин Сергей Дмитриевич, профессор, доктор физико-математических наук, директор Института новых материалов и нанотехнологий НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;

2. Ховайло Владимир Васильевич, доцент, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»;

3. Панина Лариса Владимировна, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры технологии материалов электроники НИТУ «МИСиС»;

4. Евлюхин Андрей Борисович, доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник Центра фотоники и двумерных материалов, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет)»;

5. Григорьев Павел Дмитриевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник сектора электронных и оптических свойств твердых тел федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное учреждение "Федеральный научно-исследовательский центр "Кристаллография и фотоника" Российской академии наук"

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработан метод эквивалентных источников для анапольных метаматериалов;
- Продемонстрирован эффект мультипольной пассивной маскировки, возникающий вследствие возбуждения анапольной моды между оболочкой и маскируемым объектом;
- Продемонстрирована электромагнитно-индуцированная прозрачность в диэлектрических метаматериалах, с учетом тороидального вклада;
- Разработана численная модель перфорированного диэлектрического тороидного метаматериала для возбуждения анапольной моды в видимом диапазоне частот;
- Экспериментально продемонстрировано распределение ближних электромагнитных полей внутри метамолекулы, обладающей тороидным дипольным моментом и подтверждено отличие тороидной моды от электрического дипольного момента.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Разработан теоретический подход для описания электродинамики анапольных состояний в метаматериалах. Показано, что введение асимметрии в мета-атомы метаматериалов может приводить к возникновению состояния анаполя;
- Разработана модель пассивного устройства мультипольной маскировки субволновых объектов за счет взаимодействия между мультипольными моментами электрического и тороидного типов;
- Обоснован новый тип электромагнитно-индуцированной прозрачности в диэлектрических метаматериалах, возникающий за счет компенсации вкладов возбужденных мультипольных моментов;
- Предложена численная модель анапольного метаматериала оптического диапазона частот.

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

- Продемонстрирован эффект электромагнитно- индуцированной прозрачности, характеризующийся высокой добротностью за счет пониженных радиационных потерь в метаматериале и малых диссипативных потерь в диэлектриках, что может быть использовано для систем замедления электромагнитных волн, в качестве открытых высокодобротных резонаторов с малыми потерями;

- Предложен новый тип метаматериала в виде кремниевой пластины с перфорированными наноотверстиями, что может быть использовано для создания планарных оптических устройств, включая биосенсоры;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

По диссертационной работе автором опубликованы 3 работы в ведущих зарубежных журналах, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus. Полученные результаты соотносились с данными доступных экспериментальных измерений, в том числе проводились экспериментальные измерения, в которых диссертант принимал непосредственное активное участие. Большинство теоретических результатов количественно и качественно согласуются с экспериментальными данными. Использование в расчетах программных пакетов, успешно примененных ранее, также указывает на достоверность теоретических результатов.

Личный вклад соискателя состоит в:

Автор выполнила теоретическую часть работы, предложила модели метаматериалов, выполнила численный расчет представленных моделей, обработку и анализ результатов исследования, сопоставление результатов эксперимента с результатами численного и аналитического моделирования, подготовила публикации и доклады конференций.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения степени кандидата наук в НИТУ «МИСиС» соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Оспановой Анар соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней разработан теоретический метод эквивалентных источников, описывающий электродинамику

неизлучающих конфигураций, предложены новые типы метаматериалов и продемонстрированы анапольные состояния, тороидные электромагнитные и эффекты электромагнитно-индуцированной прозрачности в диэлектрических метаматериалах.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Оспановой Анар ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии



С.Д. Калошкин

17.12.2019