

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Санегина Александра Андреевича** «**Оптические свойства волноводов на дискретных наноразмерных элементах**», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств» в диссертационном совете 24.1.106.01 на базе ИИТМ РАН

Предметом диссертационной работы являются линейные конечные цепочки субволновых электродинамически связанных резонаторов. Эта тема является весьма актуальной в связи с возможными перспективами использования таких систем в качестве оптических информационных линий интегрируемых в структуры микроэлектроники. В настоящее время полосковые волноводы, пересечения волноводов и другие элементы коммутации на их основе уже нашли применения в первых фотонных интегральных схемах. Однако, перекрестные помехи близкорасположенных стандартных полосковых волноводов ограничивают степень интеграции. Для устранения перекрестных помех был предложен переход от классических объемных волноводных мод к структурам, поддерживающим более поперечно локализованные поверхностные электромагнитной волны типа поверхностных плазмон-поляритонов. Альтернативным подходом, являющимся предметом данной диссертации, выступают дискретные волноводы, состоящие из нанорезонаторов, связанных волновым образом. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с регулярными волноводами. Во-первых, возможна реализация изгибов CROW под большими углами с малыми потерями и практически без отражений. Во-вторых, возможна реализация компактных оптических линий задержки, т.к. CROW имеет способность значительно замедлять оптическую волну, т.н. медленный свет. В-третьих, возможно усиление нелинейных эффектов вследствие низкой групповой скорости и существенных амплитуд светового поля в локализованных модах. В-четвертых, если при изготовлении нанопроволок достаточной длины имеются существенные технологические сложности, то к настоящему времени разработаны эффективные и достаточно дешевые приемы изготовления цепочек наночастиц различной геометрии и длины – от димеров до протяженных областей.

Электромагнитные свойства дискретных волноводов рассмотрены во множестве научных публикаций. Данная работа является **актуальной**, поскольку её результаты получены с помощью достаточно простых алгебраических уравнений, являющихся следствием упрощения при физически понятных допущениях сложных уравнений наиболее общей и последовательной теории многократного рассеяния классических волновых полей в плотных средах, состоящих из резонансных рассеивателей. Целью работы было проведение теоретических исследований распространения электромагнитного возбуждения вдоль конечной линейной цепочки немагнитных изотропных диэлектрических или металлических сферических малых в масштабе длины

волны частиц при возбуждении крайней или двух крайних частиц внешним коллимированным электромагнитным излучением, поляризованным перпендикулярно оси цепочки.

К достоинствам диссертации можно отнести следующие **новые** результаты. Во-первых, на основе аналитического исследования резонансного поведения комплексного параметра волнового взаимодействия соседних частиц впервые показано, что мода дальнего распространения, возбуждаемая перпендикулярно поляризованным светом в линейной конечной цепочке сферических металлических частиц с дипольным взаимодействием ближайших соседей, отсутствует в цепочке диэлектрических/полупроводниковых частиц. Во-вторых, впервые дано физическое объяснение связи условия появления моды дальнего распространения электромагнитного возбуждения в цепочке частиц с дипольным взаимодействием ближайших соседей с условием возбуждения собственных мод димера. **Научная** значимость работы заключается в качественном и количественном объяснении условий появления неизлучающей моды дальнего распространения электромагнитного возбуждения в цепочках частиц.

Вместе с тем, целесообразно сформулировать некоторые критические замечания по содержанию и оформлению автореферата. В частности, практически отсутствует сравнение получаемых теоретических зависимостей с каким-либо экспериментом как с точки зрения дальности распространения возбуждения, так и с точки зрения условий возбуждения крайней частицы цепочки излучением с выбранной в работе поляризацией.

Приведённые замечания, однако, не влияют на высокую в целом оценку представленной работы.

Научные положения, выносимые на защиту, вполне обоснованы.

Достоверность положений и выводов диссертации не вызывает сомнений. Полученные результаты и сделанные из них выводы являются новыми.

Практическая значимость представленной к защите работы заключается в предложенном алгоритме аналитического поиска частоты дальнего распространения электромагнитного излучения в цепочках наночастиц. Данный алгоритм может быть использован различными научными группами для создания систем оптических межсоединений на основе цепочек наночастиц.

В целом диссертационная работа А.А. Сапегина «Оптические свойства волноводов на дискретных наноразмерных элементах» **является завершённым научным исследованием**. Приведенные результаты являются новыми, достоверными, представляющими научную ценность и практическую значимость. Материал, приведенный в автореферате, изложен в публикациях в периодических изданиях, рекомендованных ВАК, и опробован на профильных научных мероприятиях различного уровня.

На основании автореферата, диссертационная работа А.А. Сапегина «Оптические свойства волноводов на дискретных наноразмерных элементах» соответствует паспорту специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств» и критериям, уста-

новленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г.

Сапегин Александр Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2. – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Отзыв составил

Трушин Олег Станиславович, доктор физико-математических наук, специальность 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах (физико-математические науки), директор Ярославского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технологического института им. К.А. Валиева Российской академии наук (ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН) www.yf-ftian.ru, 150067, г. Ярославль, ул. Университетская 21; +7 (4852) 24 65 52; otrushin@gmail.com

Я, Трушин Олег Станиславович, даю согласие на обработку моих персональных данных в аттестационном деле, их размещении на сайте организации и в федеральной информационной системе государственной научной аттестации.

Подпись д.ф.-м.н. Трушин О.С..

Подпись директора ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН
д.ф.-м.н. Трушина О.С. удостоверяю

Ученый секретарь ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН
к.ф.-м.н. Наумов В.В.

10.06.2024