

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Сапегина 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 наноэлектроники, квантовых устройств» в диссертационном совете 24.1.106.01 на базе ИПТМ РАН

В настоящее время в микроэлектронику широко внедряются оптические технологии передачи данных. За счёт использования несущего света видимого или ИК диапазонов, а также благодаря отсутствию в оптических волноводах паразитных ёмкостных и индуктивных эффектов частотный диапазон фотонных интегральных схем (ФИС) может быть поднят до терагерцового диапазона. Основным компонентом ФИС является оптический волновод. Классические канальные или гребешковые волноводы по современным технологическим меркам имеют относительно большие размеры, в частности для волноводов контрастностью порядка 0.75% приемлемый с точки зрения потерь радиус поворота волновода должен быть не менее 4 мм, для КНИ волноводов, благодаря высокой контрастности, этот параметр снижается до микрометрового диапазона. Однако, тем не менее, конечные приборы имеют относительно большие размеры. С целью уменьшения размеров исследователи обращаются к фотонно-кристаллическим или плазмонным волноводам.

Ещё одной альтернативой уменьшения размеров являются т.н. CROW-волноводы, представляющие собой кластеры металлических или диэлектрических наночастиц субмикрометрового диаметра. Ансамбли таких частиц интересны для многих оптических приложений благодаря их резонансному взаимодействию с электромагнитным излучением. Таким образом, тематика данной работы является актуальной и практически значимой, прежде всего, для развития таких направлений науки, как нанофотоника и интегральная фотоника.

В работе Сапегина А.А. проводятся теоретические и аналитические исследования распространения возбуждения по цепочке частиц, функционирующей как волновод, изучается зависимость условий дальнего распространения излучения по цепочке в зависимости от материала и размера частиц. Распространение возбуждения рассчитывается на основе системы уравнений для самосогласованных токов, возбуждаемых в частицах за счет их волнового взаимодействия, полученной в приближении ближайших соседей. Результаты работы получены с помощью достаточно простых алгебраических уравнений, являющихся следствием упрощения сложных уравнений наиболее общей и последовательной теории многократного рассеяния классических волновых полей в плотных средах, состоящих из резонансных рассеивателей. В отличие от широко распространенных численных методов, обладающих довольно высокой вычислительной сложностью, предлагаемый в данной ра-

боте метод позволяет относительно быстро рассчитывать параметры волноводов, состоящих из большого (до 10^5) числа частиц.

К достоинствам диссертации можно отнести следующие новые результаты. Во-первых, показан относительно малый вклад в амплитуду неизлучающей моды волнового взаимодействия дальних соседей линейной цепочки 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.

В качестве недостатков работы следует указать на следующее: автором работы не совсем удачно предложен термин «оптический компаратор». Предлагаемое устройство позволяет сравнивать два оптических пучка, однако не является в классическом смысле компаратором аналоговых сигналов, не обеспечивая дискретный характер выходного сигнала.

Данное замечание, однако, не влияет 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 поиска частоты дальнего распространения электромагнитного излучения в цепочках наночастиц из различных материалов. Данный алгоритм позволяет быстро определять резонансные параметры таких волноводов, что является важным как при проектировании, так и при экспериментальном исследовании таких волноводов.

В целом диссертационная работа А.А. Сапегина «Оптические свойства волноводов на дискретных наноразмерных элементах» является завершенным 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 апробирован на профильных научных мероприятиях российского и международного уровней.

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 нанoeлектроники, квантовых устройств» и критериям, установленным 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. – «Элек-

тронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Отзыв составил

Кононов Михаил Анатольевич, кандидат физико-математических наук, специальность 01.04.21 – Лазерная физика, старший научный сотрудник лаборатории лазерной биофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН), <https://www.gpi.ru/>, 119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38; +7(499)503-8747, mike@kapella.gpi.ru

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

18.06.2024

 к.ф.-м.н. Кононов М.А.



Кононов М.А.

ЗАВЕРЯЮ

ВРИО

СЕКРЕТАРЯ

ИОФ РАН

Глушков В.В.