

## Физико-технологические принципы построения интегральных оптических разветвителей

Сапегин А.А.<sup>1,2</sup>, Барабаненков М.Ю.<sup>1,2</sup>, Итальянцев А.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники»,  
124460, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12/1

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (Государственный университет),  
141700, Россия, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

<sup>3</sup> Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН,  
142432, г. Черноголовка, Московская область, ул. Академика Осипьяна, д. 6  
тел. +7 (926) 255 57 33, [asapegin@mikron.ru](mailto:asapegin@mikron.ru)

В настоящее время многие функциональные элементы электроники приближаются к достижению своих фундаментальных границ работоспособности, что подталкивает разработку концепций функционирования альтернативных элементов на других физических принципах [1,2]. Одной из таких концепций является радиофотоника, изучающая возможность преобразований СВЧ-сигналов на несущей частоте оптического диапазона. Одним из интенсивно разрабатываемых радиофотонных приборов является оптический АЦП, в перспективе позволяющий достичь значительного увеличения разрядности и быстродействия по сравнению с электронными аналогами [3]. С момента появления идеи создания оптических АЦП предложено множество различных схем обработки оптического сигнала [4]. При этом любая из предложенных схем включает в себя стандартный набор обязательных функциональных элементов, таких как волноводы, разветвители, интерферометры. В последнее время с развитием планарных технологий и новых материалов стало возможным создание таких элементов в интегральном исполнении на основе методов кремниевой технологии и структур кремний – на – изоляторе (КНИ). Включение интегральных элементов в оптоэлектронные схемы способно значительно улучшить их характеристики [5].

В данной работе рассмотрены существующие на данный момент волноводные разветвители и пересечения, на основе которых выбраны оптимальные конструкции с точки зрения потерь энергии волноводной моды. Описан механизм возникновения потерь в планарных интегральных волноводах. Расчет величин потерь позволил предельные оценить геометрические параметры волноводов на основе структур КНИ. На основе анализа потерь в структуре предложен новый элемент «разветвление с пересечением», обладающий минимумом потерь и взаимных искажений и значительно упрощающий маршрутизацию оптических сигналов в интегральном исполнении.

Кроме того, рассмотрены два конструкторских решения, упрощающих задачу построения оптических АЦП. Для каждого из конструкторских решений оценены общие потери интенсивности и разрядность, которую они позволяют получить, определяемых чувствительностью фотоприемников.

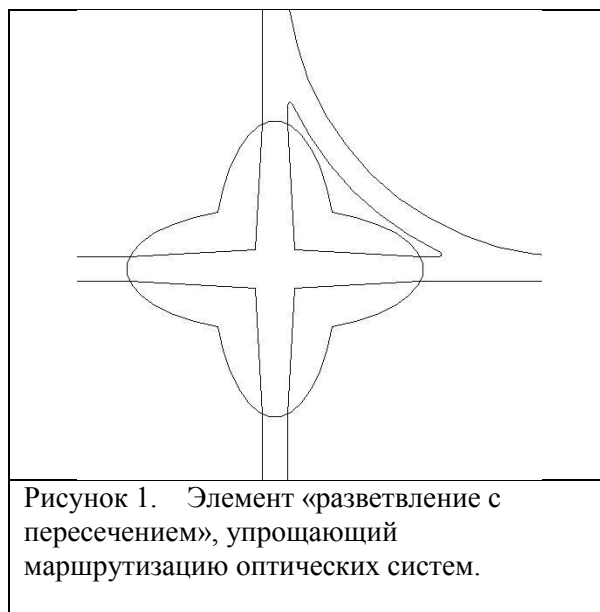


Рисунок 1. Элемент «разветвление с пересечением», упрощающий маршрутизацию оптических систем.

исходя из ограничений по интенсивности,

### **Литература:**

1. R. Walden “Analog-to-digital conversion in the early twenty-first century” in “The Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering” NY: John Wiley & Sons Inc., 2008
2. Опадчий. Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника: учебник / Ю.Ф. Опадчий. О. П. Глудкин. А. Я. Гуров. – М. : «Горячая линия – Телеком». 2004.
3. Ю.Н. Вольхин, Физические явления и эффекты в радиофотонных устройствах, Омский научный семинар «Современные проблемы радиофизики и радиотехники», 2004
4. Стариков Р.С., Успехи совр. радиоэлектрон, №2 (2015) 3
5. W. Bogaerts, P. Dumon, D. Van Thourhout and R. Baets. Low-loss, low-cross-talk crossings for silicon-on-insulator nanophotonic waveguides. Optics Letters, Vol. 32, No. 19, 2007

*Ключевые слова:* радиофотоника, оптический разветвитель, интегральная оптика