

# КРЕМНИЕВЫЕ ЛАВИННЫЕ СВЕТОДИОДЫ С ВНУТРЕННЕЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОТОНИКИ

С.К. Лазарук<sup>1</sup>, А.Ю. Ключкий<sup>1</sup>, А.В. Долбик<sup>1</sup>, А.А. Лешок<sup>1</sup>,  
Н.С. Ковальчук<sup>2</sup>, В.А. Лабунов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Беларусь

<sup>2</sup> ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»,  
Минск, Беларусь

Использование оптических сигналов для передачи информации имеет ряд преимуществ по сравнению с электрическими аналогами с точки зрения защиты передаваемой информации, скорости ее обработки и энергетических затрат. Источниками оптического сигнала в интегральной фотонике являются светодиоды и лазеры, большая часть которых имеют ограничение по быстродействию, не позволяющее им работать в гигагерцовом диапазоне частот без внешнего модулятора.

Кремниевые лавинные светодиоды в отличие от вышеотмеченных источников оптического сигнала являются быстродействующими устройствами, что позволяет использовать их в гигагерцовом диапазоне частот [1–3]. В этом случае работает внутренняя модуляция выходного оптического сигнала за счет управления электрическим смещением входного сигнала светодиода. В частности, измерения показали, что уменьшение барьерной емкости светодиодов до значений фемтофарадного диапазона при уменьшении рабочей площади светодиодов (единицы  $\text{мкм}^2$ ) обеспечивает надежное управление выходным оптическим сигналом на частотах до 50,0 ГГц. Достигнутые значения частотных параметров не являются предельными. Расчеты показывают, что за счет дальнейшего уменьшения рабочей площади лавинных светодиодов можно достичь частот 100,0 ГГц и более. При этом важно отметить, что внутренняя модуляция выходного оптического сигнала является значимым преимуществом разработанных оптоэлектронных устройств, обеспечивающим возможность их масштабирования и объединения с логическими схемными блоками. Еще одним важным преимуществом разработанных светодиодов является их совместимость с кремниевой технологией КМПОП ИС, что позволяет создавать на их основе устройства интегральной фотоники.

*Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (проект № T23MЭ-018).*

## Список литературы

1. Visible electroluminescence from Al-porous silicon reverse bias diodes formed on the base of degenerate *N*-type silicon / S. Lazarouk [et al.] // MRS Online Proceedings Library. – 1994. – Vol. 358. – P. 659–664.

2. Эффективность лавинных светодиодов на основе пористого кремния / С. К. Лазарук [и др.] // Физика и техника полупроводников. – 2005. – Т. 39. С. 149–152.

3. Silicon photonic structures based on avalanche LED with interconnections through optical interposer / S. Lazarouk [et al.] // International Journal of Nanoscience. – 2019. – Vol. 18. – P. 1940091.