

ФОТОНИКА – ЭЛЕКТРОНИКА БУДУЩЕГО

Коновалов Н.О., Богдевич К.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бычек И.В. – к. т. н., доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Представлены основные направления фотоники. Показаны преимущества фотоники по сравнению с электроникой. Рассмотрены принципы работы и дальнейшее развитие.

Ключевые слова: фотоника, фотонные интегральные схемы, электроника

Введение. Современная наука стоит на пороге новой технологической революции – перехода от электроники к фотонике, то есть к системам, в которых перенос и обработка информации осуществляются с помощью света. Развитие фотоники связано с необходимостью преодоления ограничений, накладываемых законами физики на электронные устройства – предельные частоты переключения транзисторов, рост тепловых потерь и энергопотребления. Фотонные технологии обещают решения этих проблем, обеспечивая более высокие скорости передачи данных, низкие потери энергии и компактность систем [1].

Основная часть. Фотоника – наука и технология, изучающая создание, управление и использование света для передачи и обработки информации. Она включает в себя широкий спектр направлений – от волоконно-оптической связи до квантовых вычислений и лазерной медицины. Согласно определению Международного общества оптики и фотоники (SPIE), фотоника охватывает «все технологии, в которых используются фотоны для создания, управления и преобразования информации» [2]. В фотонике выделяют четыре основных направления (рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные направления фотоники

Главный принцип фотоники заключается в использовании света как носителя информации. Фотонные технологии легли в основу интернета и глобальных

телекоммуникаций, обеспечивая передачу данных по оптоволоконным линиям со скоростью десятки терабит в секунду.

Фотоника рассматривается как естественное продолжение электроники, но между ними существуют принципиальные различия (таблица 1) [3].

Фотонные интегральные схемы (ФИС) представляют собой оптический аналог электронных микросхем. Такие схемы позволяют создавать оптические процессоры, где логические операции выполняются с помощью света. Скорость работы таких систем в сотни раз выше, чем у электронных чипов, а энергопотребление в десятки раз ниже [4].

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ М

Параметр	Электроника	Фотоника
Носитель информации	Электроны	Фотоны
Скорость передачи данных	до 10 бит/с	до 10 бит/с
Энергопотребление	Высокое	Низкое
Перегрев	Значительный	Минимальный
Потери при передаче	Сопротивление, индукция	Оптическое затухание
Миниатюризация	Зависит от литографии	Ограничена длиной волны света (~500 нм)

Основные компоненты ФИС представлены на рисунке 2.

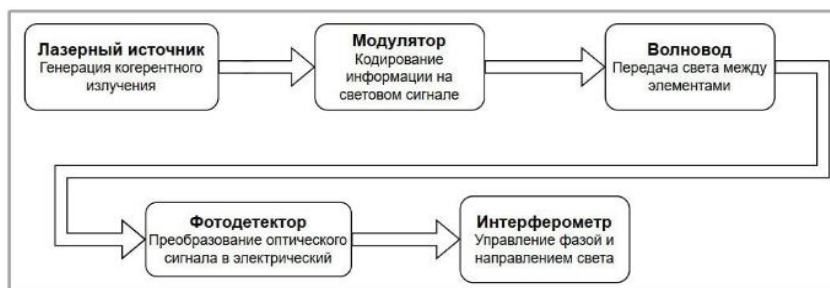


Рисунок 2 – Упрощенная структура фотонной интегральной схемы

Фотоника нашла широкое применение. Сегодня более 99 % межконтинентального трафика проходит по оптическим кабелям. Фотонные кубиты используются для создания квантовых компьютеров и абсолютно защищенной связи [5]. К основным направлениям будущей фотоники относятся фотонные нейроморфные системы, фотонные чипы для искусственного интеллекта, квантовые фотонные процессоры, гибридные электронно-фотонные платформы для центров обработки данных. Компании Intel, IBM и Huawei активно разрабатывают кремниевую фотонику – технологию интеграции фотонных компонентов прямо в микросхемы [6]. Эти решения позволят увеличить пропускную способность систем связи в сотни раз при сохранении совместимости с современными процессами производства.

Заключение. Фотоника – это не просто направление науки, а фундамент новой технологической эпохи. Использование света вместо электронов позволяет многократно ускорить вычисления, снизить энергозатраты и создать новые формы вычислительных систем.

Список литературы

1. Saleh, B. E. A. *Fundamentals of Photonics* / B. E. A. Saleh, M. C. Teich. – 2-е изд. – New York: Wiley, 2019. – 1518 с.
2. Agrawal, G. P. *Fiber-Optic Communication Systems* / G. P. Agrawal. – New York: Wiley, 2021. – 552 с.
3. O'Brien, J. L. *Quantum Photonic Technologies* / J. L. O'Brien // *Nature Photonics*. – 2020. – Vol. 14, № 4. – PP. 209–216.
4. Miller, D. A. B. *Attojoule Optoelectronics for Low-Energy Information Processing and Communications* / D. A. B. Miller // *Journal of Lightwave Technology*. – 2017. – Vol. 35, № 3. – PP. 346–396.
5. ITU. *Optical Fiber Networks and Global Internet Infrastructure* / International Telecommunication Union. – Geneva, 2022. – 86 с.
6. SPIE – International Society for Optics and Photonics. *Photonics Fundamentals* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://spie.org>. Дата доступа: 02.12.2025.

PHOTONICS: THE FUTURE OF ELECTRONICS

Konovalau N.O., Bogdevich K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bychek I.V. – Cand. of Sci., associate professor of the department of ETT

Annotation. The main directions in photonics are presented. The advantages of photonics over electronics are demonstrated. Its operating principles and future developments are considered.

Keywords: photonics, photonic integrated circuits, electronics