

ФОТОНИКА (Photonics)

*«Луч, подобный изумруду,
золотого счастья ключ...»*

Николай Заболоцкий



Несмотря на то, что бурное развитие фотоники началось относительно недавно, люди уже давно понимали, что фотоны — это быстрый и удобный способ передачи информации. На рисунке доктор Ватсон наблюдает, как дворецкий Бэрримор подает с помощью пламени свечи сигнал беглому каторжнику Селдену, скрывающемуся на болотах (Артур Конан Дойл. «Собака Баскервилей»)

Не секрет, что основным двигателем прогресса является информация. Поэтому на протяжении всей своей истории человечество непрерывно искало новые способы формирования, передачи и обработки информационных потоков: шумерская клинопись, египетские иероглифы, финикийский алфавит, азбука Морзе, двоичная система исчисления и компьютерные кодировки — все это важнейшие индикаторы, однозначно определяющие степень развития человеческой цивилизации на определенных исторических этапах. Совершенствовались и носители информации: глиняные таблички, папирус, пергамент, бумага, электрические и радиосигналы... Впрочем, даже на заре

цивилизации человек осознавал, что самым быстрым носителем информации является свет. Зажженный в ночи факел подаст сигнал удаленному объекту быстрее, чем самый быстрый гонец или почтовый голубь. Активное использование света в информационных технологиях началось только в последнее время, когда благодаря достижениям науки возникли новые источники света, способы передачи световых сигналов на тысячи километров и устройства обработки полученной информации. Ввиду своей огромной значимости и невероятных перспектив развития, область науки и техники, связанная с созданием способов генерации, передачи и обработки световых сигналов, а также с изучением протекающих при этом процессов, получила специальное название — фотоника.

Рассказ о фотонике уместно вести, проводя параллели с другой чрезвычайно важной областью современной науки и техники — электроникой, в основе которой лежат процессы, протекающие с элементарными носителями заряда — электронами. Различные эффекты, связанные с электричеством (молнии, притяжение натертым кусочком янтаря мелких предметов и др.), были известны человеку с незапамятных времен. Однако создание и повсеместное использование всевозможных электронных устройств стало возможно лишь тогда, когда возникли источники, средства передачи и средства обработки электрических сигналов. Причем во всех трех случаях решающую роль сыграло материаловедение (в частности, создание современной базы электронных компонентов стало возможным, в первую оче-

редь, благодаря разработке технологий глубокой очистки полупроводников и их легирования).

По аналогичному пути идет и развитие фотоники (рис. 1). О перспективах фотоники как альтернативы электронике стало возможно думать после разработки в 50-х гг. советскими физиками Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым принципов работы мощных узконаправленных и удобных источников когерентного излучения – лазеров. Вслед за этим ученые обратили внимание на средства передачи фотонов. Передавать световые сигналы по воздуху, несмотря на его «прозрачность», неэффективно – в атмосфере содержится огромное количество пыли и капель воды, которые сильно рассеивают свет. Поэтому для передачи фотонов было придумано оптическое волокно, состоящее из сверхчистого стекла. Что касается средств управления фотонами, некоторые из них – линзы, призмы, дифракционные решетки и др. – известны уже достаточно давно. Впрочем, подобно тому, как прорыв в электронике произвела разработка технологий глубокой очистки полупроводников, революция в фотонике должна произойти вслед за созданием особых оптических материалов, свойства которых по отношению к фотонам напоминали бы свойства полупроводников по отношению к электронам – как ожидается, это произойдет в самом ближайшем будущем.

Современные нанотехнологии играют решающую роль в развитии фотоники. Например, недавно появившиеся наноструктурированные волноводы по многим характеристикам значительно превосходят обычное стеклянное оптоволокно. Полупроводниковые наночастицы (см. *Квантовые точки*) могут совершить революцию в области источников света благодаря мощной люминесценции и возможности, синтезируя наночастицы заданного размера, управлять длиной волны излучаемого света. Наконец, материалы с упорядоченной микроструктурой (см. *Фотон-*



Рис. 1. Некоторые элементы фотоники: лазер, стеклянное оптоволокно, фотодиоды, призма и дифракционная решетка

ные кристаллы) могут решить проблему «полупроводников для света».

В последнее время нередко выделяют особую область науки, изучающую оптические явления на наноуровне – нанофотонику. С одной стороны, развитие фотоники и создание новых оптических устройств, как и в случае электроники, неизбежно приведет к необходимости миниатюризации функциональных компонентов. С другой стороны, достижения нанофотоники уже сейчас позволяют решать многие прикладные задачи. В качестве примера представим, что мы хотим увидеть в оптический микроскоп ДНК. Нити ДНК могут быть достаточно длинными, однако они настолько тонкие, что увидеть их даже с использованием самой лучшей оптики не представляется возможным. Впрочем, проблему можно решить, если прицепить к цепочке ДНК квантовые точки. В этом случае при облучении образца ультрафиолетовым светом нить ДНК начинает светиться, и ее уже можно будет увидеть в окуляр микроскопа.

Литература:

1. Ларкин А.И. Когерентная фотоника. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. 319 с.
2. Астапенко В.А. Физические основы фотоники. М.: МФТИ, 2005. 104 с.