# ОПТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 535.375

## НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ WEB-САЙТ "ОПТОИНФОРМАТИКА"

© 2004 г. **О. В. Андреева***, канд. физ.-мат. наук; **В. Г. Беспалов***, доктор физ.-мат. наук; **В. Н. Васильев****, доктор техн. наук; **Ю. Н. Денисюк***, доктор физ.-мат. наук; **С. А. Козлов****, доктор физ.-мат. наук; **С. А. Лобанов****; **Н. С. Макаров****

* ВНЦ "Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова", Санкт-Петербург

** Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

В связи с развитием нового научного и образовательного направления "оптоинформатика" создан web-сайт, где представлены проекты образовательных стандартов подготовки специалистов по этому направлению, приведены материалы лекционных курсов и экспериментальных практикумов по данной тематике, которые проводятся в Санкт-Петербургском университете информационных технологий, механики и оптики. На сайте можно найти публикации по оптоинформатике, сведения о конференциях по этому направлению, а также последние новости.

Коды OCIS: 000.2060.

*Поступила в редакцию 23.12.2003.*

### Введение

В последние годы активно разрабатываются информационно-телекоммуникационные системы нового поколения, строящиеся в значительной степени не на электронных, а на оптических технологиях. Это стремительно развивающееся научно-техническое направление стали называть оптической информатикой [1] или оптоинформатикой. Под ней сегодня понимают область науки и техники, связанную с разработкой, исследованием и эксплуатацией новых материалов, устройств, приборов и технологий, направленных на передачу, прием, обработку, хранение и отображение информации на основе фотонных носителей.

В связи с развитием оптоинформатики назрела необходимость появления научно-образовательного web-сайта, на котором бы размещалась самая подробная и новейшая информация об этом научном и образовательном направлении. В настоящее время на кафедре фотоники и оптоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики создан web-сайт (http://ysa.ifmo.ru/optoinformatics/educational_site/index.html), целиком посвященный данной тематике.

### Оптика создает новую информатику

Прогресс цивилизации на рубеже XX и XXI веков во многом обеспечивается стремительным развитием информационных технологий. Быстрое развитие микропроцессорной техники, электронных сетевых технологий, а также магнитных устройств памяти позволяло постоянно увеличивать эффективность информационных технологий. Однако казавшиеся неограниченными возможности развития электронной вычислительной техники исчерпываются. Следующее поколение информационно-телекоммуникационных систем разрабатывается на оптических технологиях [2–8], которые направлены на увеличение скорости и объема передаваемой и обрабатываемой оптическими методами информации (от десятков гигабит до сотен терабит в секунду); разработку оптических систем сверхбыстрой оперативной памяти большого объема и долговременной памяти с быстрым поиском; создание нового поколения быстродействующих и эффективных оптических вычислительных систем и искусственного интеллекта; исследование возможностей трехмерного отображения информации в реальном времени (голотелевидение); усовершенствование оптическими методами многих других технологий разнообразного функционального назначения (оборонных, био-, мед-, гео-, эко-, агротехнологий).

Продемонстрируем подробнее актуальность и важность развития оптоинформатики на основе только двух примеров.

Первый пример относится к созданию и развитию новых оптических телекоммуникационных систем. Уже в настоящее время в мире доминирует использование оптических волоконных линий на основе многомодового волокна (на расстояния до 1 км) и одномодового волокна (на расстояния до 200 км без повторителей) для передачи информации со скоростью до 40 Гб/с. Использование спектрального уплотнения и полностью оптического усиления на основе вынужденного комбинационного рассеяния

позволило исследователям из корпорации NEC (Япония) передать по одному волокну поток информации более 10 Тб/с при использовании 273 спектральных каналов на расстояние 117 км и достичь на сегодняшний день рекорда удельной передачи информации 10 000 Тбит км/с [9].

Возникает вопрос, зачем нужны столь большие плотности передачи информации? Для дальнейшего развития мирового информационного общества необходима система глобального Интернета с предоставлением любому пользователю канала с плотностью не менее 2,5 Мб/с ("fiber to home" – волокно в каждый дом) для реализации таких возможностей, как цифровое интерактивное телевидение высокой четкости, видеотелефон, быстрый доступ к информационным банкам данных и т. д. Несложный расчет показывает, что для организации такой связи между Москвой и Санкт-Петербургом при числе потенциальных пользователей 2 млн. необходима линия с пропусканием 10 Гб/с. Для связи между странами необходима плотность на два-три порядка больше, т. е. 1–10 Тб/с. В настоящее время в мире существует несколько волоконно-оптических систем с пропусканием 10 Гб/с, например между Пертом и Мельбурном через Аделаиду в Австралии на расстояние 3875 км. Разрабатывается также подобная система связи между исследовательскими и образовательными центрами 30 европейских стран, включая бывшие прибалтийские республики СССР.

Второй пример касается перспектив развития вычислительных систем. Начиная с 70-х годов число электронных компонентов, расположенных на микрочипе, удваивалось каждые 18 месяцев, позволяя электронным компьютерам развивать вдвое большие скорости счета. Хотя эта тенденция, которая была предсказана в 60-х годах Г. Муром из фирмы "Intel" [10], может продолжаться в течение следующих нескольких лет, предел скорости, с которой интегральные схемы смогут работать, скоро будет достигнут. Сейчас можно купить персональный компьютер с процессором, работающим на тактовой частоте 3 ГГц, но появление настольного компьютера с электронным чипом на 100 ГГц через 10 лет с точки зрения современной науки кажется проблематичным. Даже если размер отдельного элемента будет значительно уменьшен путем использования рентгенолитографии, частота интегральной схемы будет ограничена временем переключения в транзисторах, которое практически не уменьшается с его габаритами.

Чтобы использовать уникальные возможности оптики для обработки информации, необходимо разработать подходящие технологии создания устройств генерации, детектирования оптических сигналов, а также оптических логических элементов, управляемых светом. Элементарная оптическая ячейка должна потреблять энергии меньше, чем элемент микрочипа, быть интегрируемой в большие массивы и иметь возможность связи с большим числом подобных элементов. Именно это явится, на наш взгляд, основной задачей оптоинформатики в ближайшие десятилетия.

Начиная с середины 80-х годов исследователи интенсивно работали над созданием полностью оптических компьютеров нового поколения [2, 11, 12]. Сердцем такого компьютера должен был стать оптический процессор, использующий элементы, в которых свет управляет светом, а логические операции осуществляются в процессе взаимодействия световых волн с веществом. Значительные усилия, направленные на создание оптического компьютера, привели к определенным успехам.

В конце 2003 г. появилось сообщение о первом коммерчески реализуемом оптическом процессоре, выпускаемом израильской фирмой "Lenslet" [13]. Следует отметить, что размеры и вес системы, построенной на оптических принципах, на настоящее время превышают размеры используемых сейчас микрочипов.

Анализ состояния современных разработок оптоинформатики показывает, что полностью оптический процессор, возможно, будет построен из так называемых фотонных кристаллов и квазикристаллов – материалов с периодической структурой, которые могут управлять и манипулировать потоками фотонов. В 1986 г. Э. Яблонович из Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе высказал идею создания трехмерной диэлектрической структуры, подобной обычным кристаллам, в которой бы не могли распространяться электромагнитные волны определенной полосы спектра [14]. Такие среды получили название фотонных структур с запрещенной зоной или фотонных кристаллов. Изучением фотонных кристаллов занимаются во многих странах мира (в том числе и в России), и количество публикаций в зависимости от времени растет по экспоненциальному закону, что свидетельствует о расцвете данного направления [15]. Оценки показывают, что при существующем темпе развития первые фотонно-кристаллические микрочипы могут появиться приблизительно через 10 лет. Рассматривая развитие электронных микрочипов – от момента создания первого процессора фирмой "Intel" в 1970 году до их повсеместного использования прошло 25–30 лет – можно предположить аналогичную тенденцию и для оптического компьютера.

## Структура сайта "Оптоинформатика"

При разработке сайта использовались статический HTML и скриптовой язык Java-script, в качестве web-сервера используется Microsoft IIS. Выбор такого решения объясняется необходимостью размещения на сайте только "статической" информа-

**Рис. 1.** Стартовая страница сайта (а) и его научные руководители (б).

ции. При разработке сайта соблюдается баланс между удобством пользования и объемом фактического материала, который размещен на сайте.

В структуру сайта входит целый ряд разделов. На "Стартовой странице" представлена общая информация об оптоинформатике (рис. 1а). Страница "Научные руководители" содержит данные о руководителях проекта (рис. 1б). Раздел "Образовательный стандарт" включает проекты требований, предъявляемых к подготовке бакалавров и магистров по направлению "Фотоника и оптоинформатика". В разделе "Лекционные курсы" представлены материалы лекционных курсов, которые читаются ведущими сотрудниками Университета ИТМО и ВНЦ ГОИ по проблемам оптоинформатики (рис. 2). На странице "Экспериментальные практикумы" можно найти данные

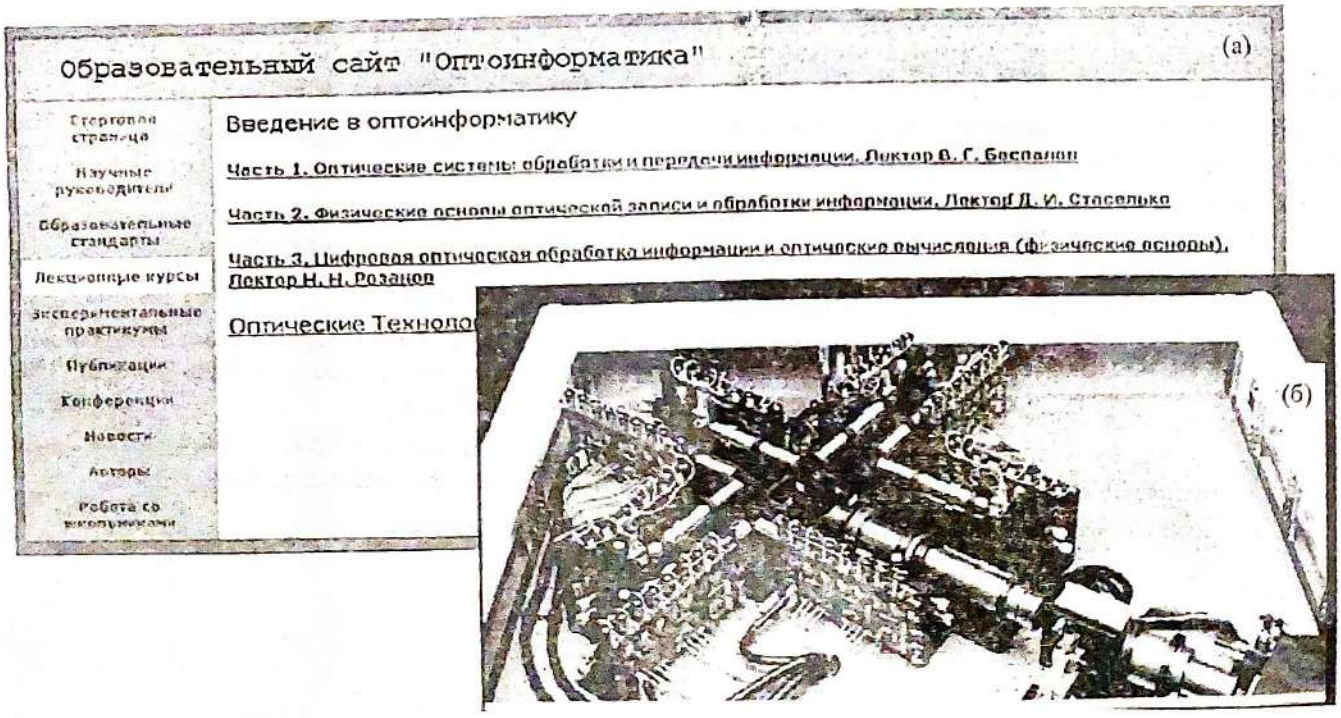


**Рис. 2.** Лекционные курсы, посвященные оптоинфоматике (а). Внешний вид оптического процессора DOC II, о котором идет речь в одной из лекций (б).

об экспериментальных практикумах по курсу "Оптоинформатика", проводимых в Университете ИТМО. Публикации ученых Университета ИТМО, ВНЦ ГОИ и других образовательных и научных учреждений, которые имеют отношение к оптоинформатике, представлены в разделе "Публикации". Страница "Конференции" содержит сведения о конференциях по тематике оптоинформатики. В разделе "Новости" размещаются новости сайта, а также различные новости, связанные с оптоинформатикой. На страницах "Авторы" и "Работа со школьниками" содержится информация об авторах сайта и данные для школьников, увлекающихся оптикой и информатикой.

В дальнейшем планируется расширение позиций сайта, превращение его в научно-образовательный портал, тематика которого бы охватывала смежные научно-образовательные программы, связанные с фотоникой, голографией, оптикой сверхкоротких импульсов, квантовой оптикой и другими направлениями современной оптики, перспективными для применений в информатике. При эволюции сайта в развитый портал планируется использование одной из современных web-технологий, обеспечивающих динамическую генерацию HTML-страниц.

Сайт "Оптоинформатика" включен в каталог образовательных ресурсов портала "Российское образование" [16].

## Заключение

Ввиду актуальности и важности развития научного и образовательного направления "Оптоинформатика" был создан web-сайт (http://ysa.ifmo.ru/optoinformatics/educational_site/index.html), целиком посвященный этому направлению. На сайте представлены материалы лекционных курсов, читаемых ведущими сотрудниками Университета ИТМО и ВНЦ ГОИ, в том числе по оптическим системам передачи информации, оптическим способам ее хранения и обработки, оптическим технологиям искусственного интеллекта и т. д. На сайте можно найти данные об экспериментальных практикумах по курсам "Оптоинформатика" и "Оптические технологии искусственного интеллекта", которые проводятся в Университете ИТМО. На сайте размещены последние публикации ученых Университета ИТМО и ВНЦ ГОИ, сведения о конференциях по данной тематике, представлены проекты образовательных стандартов подготовки специалистов, а также последние новости.

*ЛИТЕРАТУРА*


1. Постановление президиума РАН "Об утверждении основных направлений фундаментальных исследований". Приложение к постановлению Президиума РАН от 1 июля 2003 г. № 233 / Газета "Поиск". № 35(745). 29 августа 2003 г.
2. *McAulay A.D.* Optical Computer Architectures: the Application of Optical Concepts to Next Generation Computers. N. Y.: John Wiley & Sons, 1991.
3. *Беспалов В.Г., Васильев В.Н.* Информационные технологии, оптический компьютер и фотонные кристаллы // Проблемы когерентной и нелинейной оптики. СПб., 2000. С. 88–110.
4. *Sajeev J., Florescu M.* Photonic bandgap materials: towards an all-optical micro-transistor // J. Opt. A. 2001. V. 3. P. S103–S120.
5. *Guilfoyle P.S., McCallum D.S.* High-speed low-energy digital optical processors // Opt. Engin. 1996. V. 35. P. A3–A9.
6. *Gnauck A.* All-Raman-amplified spans transmit at 10 petabit-km/s // Laser Focus World. 2002. V. 38. № 5. P. 11.
7. *Mabon M.* Soliton solution for longest overland, repeaterless link // Lightwave Europe. 2002. V. 1. № 3. P. 30–31.
8. Research network goes live // Lightwave Europe. 2002. V. 1. № 5. P. 33 (www.dante.net).
9. *Кобаяши К.* Тенденции развития волоконно-оптической связи: от высокой емкости к гибкости оптических сетей // Lightwave Russian Edition. 2003. № 1. С. 5.
10. *Moore G.E.* Progress in digital integrated electronics // IEEE IEDM Techn. Dig. 1975. P. 11–13.
11. Optical Computing: Digital and Symbolic / Ed. by Arrathoon R. N. Y.: Marcel Dekker, 1989.
12. *Feitelson D.G.* Optical Computing: A Survey for Computer Scientists. Cambridge: MIT Press, 1988.
13. http://www.lenslet.com.
14. *Yablonovitch E.* Inhibited spontaneous emission in solid-state physics and electronics // Phys. Rev. Lett. 1987. V. 58. P. 2059–2061.
15. Photonic & Sonic Band-Gap Bibliography, http://home.earthlink.net/~jpdowling/pbgbib.html#Y.
16. http://www.edu.ru/.