

# Будут физики в почете!

Признаться, перед посещением кафедры физики и компьютерных технологий Могилевского госуниверситета имени Аркадия Кулешова думал, что меня сразу же поведут на экскурсию в лаборатории с интересными приборами, машинами и прочим оборудованием. Где же еще наукой заниматься! Конечно, там много чего нужного для образовательного и научного процесса. Но что толку, если бы я увидел, к примеру, спектрофотометр – электронный оптический прибор для измерения цвета твердых поверхностей и жидких веществ путем их спектрального анализа? Да, ведущие преподаватели кафедры занимаются исследованиями в области фотоники, оптоэлектроники и оптоинформатики – самых прогрессивных, наиболее востребованных научных направлений. И они абсолютно убеждены, что научить студентов заниматься наукой может только практикующий ученый.

Что первое приходит на ум, когда мы слышим слово «оптика»? Вывеска «Оптика», очки, бинокль и подзорная труба, микроскоп и телескоп... В общем, стекло. Но ключевое слово здесь – свет.

СОГЛАСНО НАУЧНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ, ОПТИКА – РАЗДЕЛ ФИЗИКИ, ИЗУЧАЮЩИЙ ПОВЕДЕНИЕ, СВОЙСТВА СВЕТА (В ТОМ ЧИСЛЕ ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ВЕЩЕСТВОМ) И СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ, КОТОРЫЕ ЕГО ИСПОЛЬЗУЮТ ИЛИ ДЕТЕКТИРУЮТ. ИЗ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ МЫ ЗНАЕМ, ЧТО СВЕТ – ЭТО ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА ИЛИ ПОТОК ФОТОНОВ (КВАНТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ).

Современная оптика и связана с изучением свойств фотона во взаимодействии с веществом – различными материалами. Мы вот уже не можем представить свою жизнь без электрических, электронных приборов, но сейчас на смену электронике уверенно движется молодая наука – фотоника. Слово «фотоника» ученые придумали по аналогии с «электроникой». Потому как было выявлено, что фотоны, частицы света, во многом лучше приспособлены для передачи сигналов, чем электроны, что пропускная способность оптического соединения на несколько порядков выше, чем у электрических проводов. Когда электрокабель заменили на оптоволокно, стало возможным быстро передавать огромные объемы данных – грянула революция в области передачи информации. Именно благодаря оптоволокну широкое распространение получил скоростной интернет. Ну а первым большим шагом к появлению науки фотоники было изобретение лазера – оптического квантового генератора, устройства, использующего явление вынужденного излучения для получения волны света.

Лазеры сегодня – неотъемлемая часть нашей повседневной жизни. Взять, к примеру, устройства для чтения дисков CD, DVD и Blu-ray – их работа основана на том, что лазер направляет на поверхность диска свой луч, который считывает информацию, записанную на диске. А потом физики создали не только лазерные диоды, но и лазерные транзисторы, фотонные интегральные схемы (состоящие из источников света, световодов, модуляторов и детекторов). И уже сделаны работающие образцы «фотонного процессора», где терабиты информации «гуляют» между чипами (интегральными схемами) в форме света.

Сегодня развитие электроники идет по пути миниатюризации. Электронные приборы – стало быть, надо искать оптимальные матери-

алы для их изготовления. И переходить от использования электрона в качестве основной частицы в приборах вычислительной техники к смешанному фотонно-электронному (интеграции элементов электроники и фотоники) и полностью фотонным решениям. Понятно, что это направление сегодня – на острие НТП. Недавно, например, было анонсировано, что белорусский «Горизонт» начнет производство ноутбуков и прочих электронных девайсов – в том числе благодаря освоению целой гаммы отечественных наукоемких технологий. Вопрос номер один – импортозамещение микроэлектроники. Чтобы сделать тот же ультратонкий ноутбук или смартфон, их компоненты, микросхемы должны быть еще более миниатюрными. Представьте наукоемкость работы минского «Интеграла»: в одном кристалле размером 1 x 3 миллиметра размещены миллионы элементов (транзисторов, конденсаторов, резисторов и т. д.). И это – не предел!

То, что магилевские ученые-физики сегодня – на передовой актуальнейших исследований, связано с научными школами, сформировавшимися некогда в магилевском Институте прикладной оптики НАН Беларуси. В силу ряда нерешенных проблем, в том числе из-за недостаточного финансирования, институт в начале нынешнего века, к сожалению, приказал долго жить. Но научные школы – это прежде всего ученые. Они продолжили заниматься исследованиями в других научных учреждениях, вузах. Основные научные направления – исследования микроструктурных оптических волокон, волнистая спектроскопия тонких пленок, предназначенная для измерений параметров тонкопленочных материалов, которые используются, например, при создании высокоэффективных электронных и оптоэлектронных приборов, разработка эффективных методов восстановления размытых изображений для систем наблюдения. Развитие этих направлений стало основой для прикладных исследований и разработок. В том числе по созданию, например, волоконно-оптических датчиков (сенсоров), приборов, предназначенных для фиксации изменения рабочих показателей системы (строительных конструкций, трубопроводов, самолетов, подводных лодок и т. д.) и трансляции сигнала по оптоволоконному каналу. Такие сенсоры могут использоваться для отслеживания температуры и механического напряжения, для контроля давления, вибрации и других показателей.

– Если говорить о фундаментальных исследованиях, – отметил профессор кафедры физики и компьютерных технологий, доктор физико-математических наук Александр Сотский, – то мы, в частности, занимаемся исследованиями свойств оптических компонентов, таких, как оптические во-



Заведующая кафедрой Елена Тимошенко с аспирантом Евгением Чудаковым.

локна, интегральные волноводы. Чувствительность современных оптических датчиков, к примеру, доведена до квантовых пределов. Они идут на смену старым, традиционным системам измерений любых физических величин – механическим, акустическим, тепловым, электромагнитным. Если в двух словах, то независимо от того, на какой фактор настроен сенсор (температуру, деформацию, давление, угол наклона, вибрацию или линейное перемещение), поток света изменит свои свойства под воздействием внешнего состояния среды и будет получен обработанным устройством, которое зафиксирует изменение параметров, характеристик. К примеру, датчик фиксирует даже минимальные изменения (деформацию) в тех же строительных конструкциях.

Распространение света зависит также от свойств оптоволокон, исследованиями которых мы и занимаемся. Практическая задача в том, чтобы, скажем, спроектировать внутреннюю структуру оптоволокон, необходимых для создания определенного сенсора. Учеными, например, уже создано ультратонкое (толщиной в сотни раз меньше человеческого волоса) оптоволокно для передачи трехмерных видео. Сейчас идет работа над созданием производства тонких оптических волокон и в Беларуси. Конечно, наш университет, главная задача которого – выпуск специалистов, не обладает солидной экспериментальной базой в сфере высоких технологий. Но мы сохранили сильную оптическую школу, которая занимается актуальными вопросами в направлении оптоэлектроники и нанофотоники. Исследования, которые ведет наш научный коллектив, являются ультрасовременными и входят в перечень приоритетных для Республики Беларусь направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы. Поэтому в рамках госпрограммы «Фотоника и электроника для инноваций» государство финансирует нашу работу по развитию теории методов оптического контроля наноразмерных тонкопленочных структур и теории трансформации излучения в квазидвумерных слоях оптических сред. Мы сотрудничаем со многими научными предприятиями и организациями, в том числе с зарубежными. В частности, проводим исследования многоструктурных оптических волокон для сенсоров совместно с учеными Института оптических исследований в Мексике, объясняем результаты экспериментов, строим математическую модель для их интерпретации. Методами компьютерного моделирования прогнозируем результат с другими параметрами материалов – это тяжелая и кропотливая

работа, которая требует знаний не только физики, но и математики, программирования... Без решения возникающих в ходе экспериментальных исследований проблем невозможно создать устройства, которые можно применять в реальной жизни.

Ну да: у нас, обычных потребителей благ цивилизации, на слуху достижения микроэлектроники вроде тех же смартфонов и планшетов, а ученые-физики уже вовсю осваивают наномир, нанотехнологии. (На минуточку: если один микрон – это одна миллионная часть метра, то один нанометр – одна миллиардная.) И работают над получением наноструктур для нано- и оптоэлектроники, средств связи, информационных технологий, измерительной техники и т. д. Эти работы связаны с развитием технологии молекулярно-лучевой эпитаксии – вакуумного напыления тонких пленок.

– Сфера моих научных интересов связана с разработками в области субмикронных технологий, которые позволяют выращивать полупроводниковые и диэлектрические наноразмерные структуры, – рассказывает заведующая кафедрой, кандидат физико-математических наук доцент Елена Тимошенко. – Эти субмикронные пленки, чувствительные к оптическому излучению, находят применение в оптоэлектронике, фотонике и лазерной физике в качестве элементной базы оптических и лазерных устройств пониженной размерности, например, микропроцессоров, элементов компьютерной памяти, оптических сенсоров. Направление исследований достаточно молодое: начало было положено после открытия удивительного по своим свойствам материала – графена, полученного учеными в начале текущего века (первые работы по этой тематике опубликованы в 2004 году). Графен – двумерный. У него есть длина и ширина, а глубины как бы и нет. Это плоскость из атомов углерода, которые образуют кристаллическую решетку. И именно такая модификация обеспечивает механическую гибкость, оптическую прозрачность, высокую теплопроводность и подвижность электронов. Графеновая пленка чрезвычайно прочная и легкая – один грамм графена может покрыть футбольное поле! Этот материал можно использовать, к примеру, при создании оптических сенсоров для камер – они требуют в 10 раз меньше энергии для работы по сравнению с обычными и при этом в 1000 раз чувствительнее. Настолько чувствительнее, что способны захватить и удерживать частицы электронов, генерируемых световым потоком, намного дольше. В результате получаются более чет-

кие и чистые изображения, даже при съемке в темноте. Однако это невероятно дорогой материал – 1 грамм чистого графена, который используют в электронике, стоит около \$28 млрд. Поэтому для исследований ученые стали синтезировать другие кристаллические квазидвумерные материалы, на основе которых разрабатываются так называемые метаповерхности с такими же свойствами.

Эти искусственные метаматериалы способны эффективно изменять саму структуру действующего на них света (например, лазерного излучения). Это делает их перспективными для использования в устройствах нанофотоники в качестве структурных элементов современных сенсорных и информационных систем.

– Теоретическое описание оптических свойств подобных объектов, которыми я занимаюсь, – говорит Елена Тимошенко, – на пике актуальности. Полученные результаты позволят избежать продолжительных и дорогостоящих этапов предварительного экспериментального макетирования при разработке реальных технических устройств нанофотоники. Это позволило мне получить грант Президента Республики Беларусь, который предоставляется ученым, внесшим значительный вклад в развитие соответствующей отрасли и участвующим в научных исследованиях, имеющих приоритетное значение для реализации социально-экономического развития Беларуси. Такое признание достижений ученого сильно мотивирует к дальнейшей работе.

Результаты востребованных и приоритетных для Беларуси научных исследований, которыми занимаются ученые кафедры, повлекли за собой и изменения в структуре образовательного процесса – было, в частности, принято решение о добавлении в учебную программу новых современных дисциплин, связанных с применением компьютерных и информационных технологий (микроэлектроника, компьютерное моделирование процессов, 3D-прототипирование и другие). Они очень интересны студентам, лучшие из них идут в магистратуру, аспирантуру и наряду с преподавательской деятельностью продолжают заниматься научным поиском. В числе молодых ученых – аспирант Евгений Чудаков, занимающийся разработкой и улучшением методов оптического контроля толщины напыления каждого слоя тонкопленочной структуры. Применение тонкопленочных структур может быть разнообразным, но более знакома и понятна всем – антибликовая поверхность, которая является результатом напыления многослойной пленки с различными оптическими параметрами. И контроль толщины и качества напыления – очень важная задача в создании оптических приборов высокой точности от космических телескопов до приборов ночного видения.

– Мы стараемся из своих студентов вырастить не только хорошего педагога, который владеет знаниями о современных разработках в области фотоники и оптоэлектроники, – подчеркнула Елена Тимошенко, – но и интеллектуально развитую личность, обладающую в том числе хорошей физико-математической базой. Я думаю, что это нам удается.

Геннадий АЛЕКСАНДРОВ.