



## ФОТОНИКА В РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ.

### ЧАСТЬ 2\*

И. Б. Ковш, президент Лазерной ассоциации

**Запросы развивающихся промышленных рынков в скорейшем выводе высокотехнологических продуктов привели к созданию в России отдельной промышленной отрасли фотоники. В первой части обзора была рассмотрена структура отрасли, современное состояние и проблемы, сдерживающие ее развитие, которые характерны для всего отечественного хай-тека. Бизнес, окрепший за счет использования результатов деятельности этой отрасли, должен взять на себя основную часть финансирования прикладных исследований и разработок по тематике отрасли, оставив государству только финансирование фундаментальных и отдельных поисковых работ по фотонике и ее применению, а также чисто оборонные задачи. Во второй части обзора рассмотрены приоритеты и задачи, стоящие перед отраслью. Их решение позволит использовать высокий потенциал, заложенный в фотонике.**

Статья поступила в редакцию 20.02.2019

Статья принята к публикации 20.03.2019

### ГОСПОДДЕРЖКА РАБОТ ПО ФОТОНИКЕ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯМ В РОССИИ

Единой организационно-управленческой структуры в российской фотонике, как уже отмечалось в первой части статьи, нет. Нет и не было целевых программ создания и практического освоения технологий фотоники в реальном секторе экономики.

В 2013 году Распоряжением Правительства РФ (РП № 1305-р от 24.07.2013 года) была утверждена «дорожная карта» развития фотоники на период до 2018 года. В 2016 году в нее были внесены небольшие изменения и дополнения (РП № 1299 от 23.06.2016 года). Однако из-за отсутствия финансирования предусмотренная этой «дорожной картой» подпрограмма «Фотоника. Базовые компоненты и технологии» на 2014–2020 годы не была включена в государственную программу (ГП) «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Пункт о включении фотоники в число приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации тоже остался невыполненным, и приходится признать, что указанная «дорож-

ная карта» пока не оказала принципиального влияния на отношение к фотонике в стране.

В настоящее время работы по фотонике в стране имеют бюджетную поддержку по трем каналам:

- решение задач ВПК, госзаказ;
- реализация федеральной целевой программы (ФЦП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» (Минобрнауки), через эту программу финансирование ежегодно получают отдельные НИОКР по фотонике и ее применением в разделах «наносистемы», «информационно-телекоммуникационные системы», «науки о жизни» и др.;
- поддержка отдельных проектов институтами развития («Фонд Бортника», РНФ, РФФИ, «Роснано», «Сколково» и т. д.).

Ежегодно в 2012–2017 годах поддержку по двум последним каналам получали десятки проектов, причем их число и общий объем финансирования постоянно росли, что объективно отражает растущую потребность в фотонике в сфере обеспечения безопасности, в реальном секторе экономики, в естественных науках. Например, только в рамках ФЦП «Исследования и разработки...» в 2014–2016 годах было профинансировано 57 проектов по фотонике на общую сумму 2,5 млрд рублей.

\* Примечание редактора. Статья публикуется с разрешения издания Лазерной ассоциации «Лазер-Информ». Впервые статья опубликована в сокращенном виде в «Лазер-Информ», 2019, № 2, с. 1–16.



Главной проблемой при этом остается разрозненность финансируемых бюджетом проектов по гражданской фотонике, отсутствие программно-целевого подхода. Решаются сиюминутные частные задачи – создания каких-то устройств, поддержки конкретных организаций или направлений поисковых исследований, но не решаются системные проблемы – создания элементной базы, обеспечения отрасли необходимыми материалами и технологиями, кадрами, создания адекватной системы технического регулирования использования технологий фотоники и сертификации ее изделий.

В итоге постоянно растет импортозависимость – при отдельных несомненных успехах в создании оригинальных методик и перспективных образцов оборудования.

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ, ПРИОРИТЕТЫ И ЗАДАЧИ

Анализ сегодняшнего состояния и перспектив развития фотоники в ее основных предметных областях и имеющегося в России опыта ее практического применения позволяет составить перечень сегодняшних приоритетов для этой отрасли:

**1) В части технологий и оборудования.** Здесь первоочередными приоритетными направлениями являются те, по которым срочно требуется импортозамещение в интересах обороноспособности страны и сохранения возможности выполнения государством своих социальных обязательств:

- элементная база оборононой фотоники – мощных лазеров, лазерных дальномеров, целеуказателей, гироскопов, оптических часов и др. (эта элементная база нужна и для изготовления необоронной продукции фотоники);
- фотоэлектроника, включающая разработку и производство разнообразных систем регистрации и обработки оптических сигналов, в т. ч. матричных, многопиксельных, работающих в различных спектральных диапазонах, принимающих 3D-изображения;
- лазерная оптика, разработка и производство оптических элементов и узлов (микрооптика, волоконная оптика, адаптивная оптика, электрооптика и др.), необходимых для выпуска разнообразной отечественной лазерной аппаратуры и оптико-электронных систем мирового класса;
- полупроводниковая фотоника, включая разработку и производство широкого спек-

тра диодных источников лазерного излучения (в т. ч. мощных, с вертикальным резонатором, квантово-каскадных, высокостабильных и др.) для различных применений, а также светодиодов, излучающих в видимом и ИК-диапазоне – с характеристиками, соответствующими мировому уровню;

- оптическая связь, разработка и производство отечественного оборудования мирового класса для системы связи по оптоволокну и открытому лазерному лучу;
- радиофотоника, обеспечивающая обработку и передачу СВЧ-сигнала методами фотонной информатики;
- фотовольтаика, разработка и производство высокоеффективных солнечных батарей наземного и космического базирования.

Следующая по важности группа приоритетов – это технологии, которые уже вышли на этап коммерциализации и по которым уже доказана возможность реализации и эффективного экономического использования, которые необходимы для реиндустириализации и могут стать базовыми для организации масштабного экспорта:

- новые производственные технологии на основе лазерной обработки промышленных материалов (комплексная область, развитие различных секторов которой идет в соответствии с имеющимися потребностями конкретных производств);
- техническое зрение, обеспечивающее бесконтактные измерения и диагностику в промышленности, на транспорте, в строительстве и др.;
- медицинская фотоника, включающая технологии и оборудование, обеспечивающие принципиально новые возможности диагностики и лечения заболеваний, в т. ч. для перехода во многих случаях от лечения в стационарах к амбулаторному;
- оптоволоконная сенсорика, обеспечивающая возможность дистанционной охраны объектов, автоматического контроля состояния ответственных конструкций и сооружений, опасных производств и др.;
- технологии фотоники для сельского хозяйства и природопользования;
- светодиодное освещение;
- метрология фотоники (оптическая метрология) – создание методик и оборудования контроля излучения, обеспечивающих возможность серийного изготовления и прак-



тического использования аппаратуры, установок и систем фотоники.

Третья группа приоритетов в части технологий и оборудования фотоники – это направления, обещающие в ближайшей перспективе большой технический и/или экономический эффект. Это направления, по которым уже ведутся активные разработки, но пока нет коммерчески доступного оборудования собственного производства:

- новые материалы и технологии фотонной информатики, включая интегральную фотонику и квантовые технологии;
- оптические сенсоры для массовой экспресс-диагностики пищевой и фармацевтической продукции, нефтепродуктов и др.;
- информационно-управляющие системы для беспилотного транспорта;
- лазерные биотехнологии (биофотоника).

Указанные три группы приоритетов существенно различаются по требуемой господдержке. Для первой группы принципиально важна большая госбюджетная поддержка работ, заказчиками по ним должны выступать федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ) или представляющие интересы государства госкорпорации и акционерные компании с государственным участием. Эффективным механизмом поддержки представляется здесь создание центров компетенции и превосходства. Вторая группа приоритетов требует прежде всего координации работ в масштабах страны, стимулирования практического освоения указанных технологий, эффективного использования возможностей имеющихся институтов развития, совершенствования нормативно-правовой базы и предоставления исполнителям соответствующих работ льгот и преференций как участникам необходимой стране инновационной деятельности. Третья группа приоритетов требует мощной инвестиционной поддержки для преодоления известной «долины смерти» в процессе создания инновации – между созданием макета (прототипа) возможного устройства и организацией опытного производства нового продукта на основе этой разработки.

Границы между тремя выделенными группами приоритетов и составы каждой из этих групп требуют ежегодного уточнения, т. к. развитие фотоники как научно-технической области идет с очень высокой скоростью.

Практически каждое из указанных выше направлений разбивается на «поднаправления» в соответствии с конкретными применениями создаваемых продуктов. Его приоритетность опре-

деляется пользователем – заказчиком. В каждом из «поднаправлений» необходимо развивать всю технологическую цепочку – материалы, элементная база, оборудование, технология, производственный процесс на основе этой технологии.

Направления, не отнесенные здесь к числу требующих сегодня приоритетной государственной поддержки, должны и будут развиваться в инициативном порядке с использованием как механизмов рыночной конкуренции, так и уже имеющейся в стране инфраструктуры поддержки инновационной деятельности.

**2) В части применений фотоники, расширения практического использования ее высокоеффективных технологий** приоритетными задачами являются:

- создание нормативной базы (стандарты, регламенты, методики, протоколы), позволяющей использовать конкретные технологии фотоники на производствах, в медицине, сельском хозяйстве и др., а также обеспечить метрологический контроль и сертификацию самой продукции фотоники;
- организация системы поддержки процесса модернизации предприятий и производств за счет освоения ими технологий фотоники – льготными кредитами, налоговыми каникулами и проч., создание профильных инжиниринговых центров в отраслях – массовых пользователях фотоники, принятие этими отраслями внутренних программ освоения технологий фотоники;
- организация подготовки и повышения квалификации кадров пользователей технологий фотоники, разработка необходимых образовательных стандартов, включение соответствующих разделов в учебные программы школ, колледжей и университетов;
- организация активной информационно-просветительской, демонстрационной и консультационной работы для разъяснения практических возможностей современной фотоники потенциальным пользователям.

Все перечисленные задачи упомянуты в действующей отраслевой «дорожной карте», там же указаны и ответственные исполнители работ. Необходимо ставить их решение на практические рельсы – в рамках единой стратегической программы.

**3) В части развития инфраструктуры отрасли и системы внутриотраслевой координации** важ-



нейшими сейчас представляются следующие действия:

- разработка силами ведущих экспертов отрасли и утверждение Правительством Комплексной стратегической программы по фотонике и ее применением (стратегии развития и освоения фотоники в стране, включая подготовку необходимых кадров);
- организация ответственного за эту очевидно межведомственную программу надведомственного органа (комитета, комиссии, бюро) по фотонике под руководством заместителя председателя правительства с правом регулирования тематик и приоритетов в части фотоники во всех гражданских государственных и федеральных целевых программах и правом контроля проектов по фотонике и ее применению, выполняемых в рамках таких программ, а также поддерживаемых государственными институтами развития (в качестве аналога такой организации можно указать Бюро СМ СССР по машиностроению, действовавшее в 80-е годы). Экспертной базой этого органа может стать действующая технологическая платформа РФ «Фотоника»;
- разработка и принятие предусмотренной действующей «дорожной картой» целевой госпрограммы «Фотоника. Базовые технологии и компоненты» – она должна получить необходимое финансирование и стать частью Комплексной стратегической программы по фотонике и ее применением;
- организация системы статистического учета производства, импорта и экспорта продукции фотоники в России.

Как уже отмечалось, сегодня во всех ведущих технологически развитых странах – США, Японии, Китае, Корее, странах Евросоюза имеются государственные программы поддержки и развития фотоники. Отличаясь степенью конкретизации решаемых задач, все они направлены на обеспечение своих стран критически важными технологиями и изделиями фотоники и завоевание существенных долей на мировом рынке лазерной, оптической и оптоэлектронной техники. Такая же комплексная программа нужна России – особенно в связи с объявленной необходимостью технологического прорыва и санкционными ограничениями.

При обеспечении необходимых масштабов и темпов развития вышеперечисленных приоритетных направлений в стране будут созданы

условия для масштабного производства конкурентоспособной отечественной продукции фотоники, успешного вывода ее на внутренний и внешний рынки, по многим важным позициям будут быстро решены задачи импортозамещения. Широкое практическое освоение технологий фотоники окажет большое влияние на модернизацию реального сектора экономики и соответственно повышение уровня и качества жизни населения нашей страны, обеспечит технологический суверенитет России. Отметим также, что без использования технологий фотоники фактически невозможно достижение целей, поставленных в только что принятых национальных проектах, поэтому такие технологии необходимо целенаправленно развивать в Российской Федерации.

Необходимость объективной экспертизы проектов и координации усилий государства в части развития отечественной фотоники можно проиллюстрировать статистикой использования 2,5 млрд рублей, затраченных на проекты по фотонике в 2014–2016 годах в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям...». Более 80% этих денег было выделено на проекты 16 университетов и двух малых предприятий из «Сколково», на проекты всех российских НИИ, включая институты РАН – 17%, на малые предприятия не из «Сколково» пришлось 1,6% всей суммы. 53% всего этого финансирования ушло в один город – Санкт-Петербург. Сопоставьте это с приведенной в первой части статьи общей структурой российской фотоники...

Имеющийся у российского лазерно-оптического сообщества научный, производственный и кадровый потенциал позволяет сегодня сформулировать следующую стратегическую цель: в кратчайшие сроки превратить российскую фотонику в развитую высокотехнологичную отрасль, успешно участвующую в решении задач социально-экономического развития и обеспечения безопасности страны, стимулирующую инновации в реальном секторе отечественной экономики, равноправно участвующую в мировом рынке и международных кооперациях, гарантирующую технологический суверенитет России в важнейшем секторе лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий.

На первом этапе движения к этой цели (не более 3-х лет) необходимо, во-первых, решить все задачи создания инфраструктуры отрасли и обеспечения внутриотраслевой координации и, во-вторых, выполнить программы неотлож-



ных работ, нацеленных на обеспечение страны современной элементной базой фотоники и содействие реализации национальных и федеральных проектов путем широкого внедрения лазерно-оптических и оптоэлектронных технологий в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, системах связи, на транспорте и других отраслях с существенным повышением их технических и экономических возможностей, производительности труда, экономической безопасности. Взаимодействие с реальным сектором экономики приведет к развитию в организациях лазерно-оптической и оптоэлектронной специализации (в т.ч. на предприятиях ОПК), ориентированных на задачи этого сектора исследований и разработок, появлению новых высокоеффективных технологий фотоники и образцов отечественного оборудования, реализующего такие технологии. Подчеркнем, что принципиально важным для успеха этого этапа (и программы развития фотоники в целом) является создание действенной системы координации работ по фотонике и ее применением, обеспечивающей эффективное использование средств, направляемых на НИОКР по этой тематике по каналам госпрограмм и институтов развития, быструю коммерциализацию поддержанных разработок, контроль использования бюджетных средств, выделяемых на работы по фотонике в стране, а также принятие на государственном уровне мер, стимулирующих освоение технологий фотоники с использованием отечественного оборудования.

В среднесрочной перспективе (за 5-6 лет) необходимо в рамках решения общей задачи организации технологического прорыва добиться развития лазерно-оптической отрасли России до уровня доминирования на внутреннем рынке, а также обеспечения всех потребностей российского ОПК в части фотоники, включая импортозамещение.

Важной составляющей этого этапа работ будет коммерциализация разработок, выполненных к концу первого этапа, развитие производства необходимой стране продукции фотоники и планомерное ее использование во всех сферах деятельности, направленное на решение задач социально-экономического развития страны. В это же время должно произойти существенное наращивание экспорта продукции фотоники.

На завершающем этапе движения к поставленной стратегической цели работы по фотонике в России должны развиваться в соответствии

с запросами внутреннего и мирового рынков. Окрепший за счет использования возможностей и результатов деятельности этой отрасли бизнес должен будет взять на себя основную часть финансирования прикладных исследований и разработок по тематике отрасли, оставив государству только финансирование фундаментальных и отдельных поисковых работ по фотонике и ее применению, а также чисто оборонные задачи. Созданная в России научно-техническая и производственная база фотоники, организованная система подготовки необходимых кадров должны будут обеспечить государству возможность эффективно отвечать на «большие вызовы», возникающие перед нашей страной, укреплять Евразийский экономический союз, сохранять сильные позиции в международных объединениях - БРИКС, ШОС и др.

Согласно экспертным оценкам при решении ключевых задач отрасли в соответствии с предлагаемой программой можно ожидать к 2035 году следующих результатов:

- увеличение объемов производства продукции фотоники в стране от 2-2,5 раз (при сохранении сегодняшних темпов развития российской экономики) до 3-3,5 раз (при увеличении этих темпов на 2-3% в год хотя бы с 2025 года), доля экспортной продукции от общего объема производства российской фотоники должна при этом составлять не менее 20-25%;
- увеличение числа предприятий и организаций России, постоянно использующих технологии фотоники в своей производственной деятельности, в 3-4 раза;
- расширение круга бизнес-структур, инвестирующих в проекты и предприятия отечественной фотоники, и обусловленное этим увеличение привлекаемых в отрасль внебюджетных средств до уровня 15-18 млрд рублей в год.

Для реализации предлагаемой программы необходима, конечно, ее четко выраженная поддержка со стороны руководства страны, но не менее важным фактором является и объединение усилий внутри отрасли, совместная работа по поиску оптимальных решений и выбору неотложных проектов. Организованная Лазерной ассоциацией российская технологическая платформа «Фотоника» предоставляет все возможности для такого объединения в интересах страны и интересах самого отечественного лазерно-оптического сообщества.

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ «АРМИЯ-2019»**

**25–30 ИЮНЯ  
ПАТРИОТ ЭКСПО**

[WWW.RUSARMYEXPO.RU](http://WWW.RUSARMYEXPO.RU)

ВЫСТАВОЧНЫЙ ОПЕРАТОР



**MKB**

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ