

## Фотоника в России: состояние и задачи

*И.Б.Кови, президент Лазерной ассоциации*



### Содержание:

- *Фотоника – научно-техническая область и отрасль.*
- *Роль фотоники в экономике. Тенденции.*
- *Российская фотоника – организации и продукция, отраслевые структуры.*
- *Господдержка работ по фотонике и её применениям в России.*
- *Развитие отрасли, приоритеты и задачи.*

### Научно-техническая область и отрасль

В последние 10-15 лет в нашу жизнь вошёл термин «фотоника», который, как часто приходится убеждаться, различные группы специалистов используют для обозначения разных вещей. Поэтому начнём с определения. Формирование фотоники как отдельной научно-технической области, а затем и отдельной отрасли высокотехнологичной промышленности было обусловлено развитием лазерной техники. Использование энергии в форме лазерного излучения революционным образом обогатило технические возможности человечества. Когерентность этого излучения и обусловленная этим возможность его концентрации в пространстве и в спектральном диапазоне, преобразования с высокой эффективностью по частоте, широкое разнообразие режимов излучения – от непрерывного до ультракоротких импульсов – и механизмов воздействия на вещество – от простого нагрева до селективного возбуждения квантовых систем – позволили создать большое количество принципиально новых методов и технологий, которые оказались весьма перспективными для многих практических применений. Для реализации этих перспектив потребовалось совершенствование как самих источников излучения, так и средств его транспортировки, управления его параметрами и контроля этих параметров, потребовалось детальное исследование

взаимодействия лазерного излучения с веществом – так формировалась новая научно-техническая область, которую сегодня называют фотоникой (*рис. 1*)

Методы и технологии, созданные в этой области, нашли широчайшее практическое применение. По своей роли в развитии цивилизации освоение лазерной техники равнозначно электрификации в начале XX века. Области наиболее активного использования фотоники сегодня:

- обработка материалов в промышленности;
- бесконтактные измерения и диагностика (техническое зрение);
- запись, хранение, обработка и передача информации, связь;
- диагностика и лечение заболеваний человека и животных;
- задание направлений и управление движением;
- визуализация информации, дисплеи, световые шоу;
- скрытая маркировка документов и изделий,

### В номере:

- **Фотоника в России: состояние и задачи**  
*И.Б.Кови*
- **ЮБИЛЕИ. Г.М.Звереву – 85!**
- **Объявления**

- распознавание изображений;
- биостимуляция в растениеводстве и животноводстве;
- дистанционное зондирование, картирование рельефов;
- энергетика;
- исследовательское оборудование для естественных наук;
- обеспечение безопасности людей и объектов;
- военные применения.

В ближайшей перспективе – обеспечение управления беспилотными автомобилями, борьба с космическим мусором, квантовые технологии в информатике и др.

Вообще говоря, трудно назвать область человеческой деятельности, где бы сегодня не использовалась фотоника. Термин «фотоника» и соответствующую научно-техническую область можно определить следующим образом: фотоника – это совокупность информационных, коммуникационных, энергетических и др. технологий, базирующихся на эффективной передаче энергии и/или информации потоком одинаковых или почти одинаковых фотонов. К фотонике относятся также процессы генерации, транспортировки и диагностики таких потоков, управления ими и их взаимодействия с веществом. К фотонике относят и фотовольтаику, в которой узость энергетического спектра фотонов определяется не их источником, а полосой поглощения приёмника. «Рядом» с фотоникой находятся оптика и светотехника – научно-технические области, охватывающие процессы, методы и оборудование, улучшающие возможность видеть, получать с помощью видимого света зрительную информацию; оптика – за счёт усиления зрения в нужном направлении, светотехника – за счёт освещения наблюдаемого объекта, улучшение его видности, возможности видеть его детали глазами – см. **рис.2**. Напомним при этом, что «оптика» в переводе с греческого означает «наука о зрении».

### Роль фотоники в экономике. Мировые тенденции

Именно с фотоникой связывают сегодня западные эксперты возможность решения многих стоящих перед человечеством проблем в области информационного обеспечения, промышленного производства, энергетике, здравоохранения, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности.

Об экономическом эффекте, обеспечиваемом фотоникой, можно судить по таким примерам:

– Системы оптической связи (по лазерному лучу, распространяющемся в световолокне) и оптоинформатики (запись, обработка, хранение



**Рисунок 1**

ние и воспроизведение информации с помощью лазерного луча) радикально увеличили скорость обработки и передачи больших массивов информации, сделали возможными Интернет, телекоммуникации и обеспечили переход к информационному обществу и цифровизации экономики. Экономический эффект измеряется здесь триллионами долл.

В микроэлектронике производство чипов без технологий фотоники (литография, контроль поверхностных слоёв и структуры поверхности и др.) практически невозможно, и роль этих технологий растёт с уменьшением минимального размера элемента на чипе. Согласно данным 2000 – 2003гг., выпуск специализированного производственного оборудования фотоники на 1 млрд долл обеспечивал производство чипов на 155 млрд долл и на их базе - инновационной продукции для конечного пользователя на 1,2 трлн долл (компьютерная техника, мобильные телефоны, цифровые камеры и т.д.). Сегодня зависимость микроэлектроники от технологий фотоники стала абсолютной.

На освещение сегодня тратится 10-15% всего мирового производства электроэнергии, в денежном выражении – около 325 млрд долл. в год. В ближайшие 20 лет этот объём должен увеличиться вдвое – если не будут приняты радикальные меры, не произойдёт переход к новым системам освещения. Освоение светодиодной техники позволяет снизить энергозатраты на освещение не менее, чем на 30% уже к 2020 г., а к 2025г. – на 50%. Эти оценки сделаны без учёта затрат на борьбу с загрязнениями, обусловленными производством электроэнергии и утилизацией массово используемых сегодня светильников, учёт таких затрат ещё более повышает экономическую эффективность освоения современной фотоники в освещении.

Внедрение лазерно-оптических технологий ранней диагностики заболеваний и малоинвазивного лечения позволяет заметно сократить продолжительность госпитализации больных,

# Фотоника, оптика, светотехника

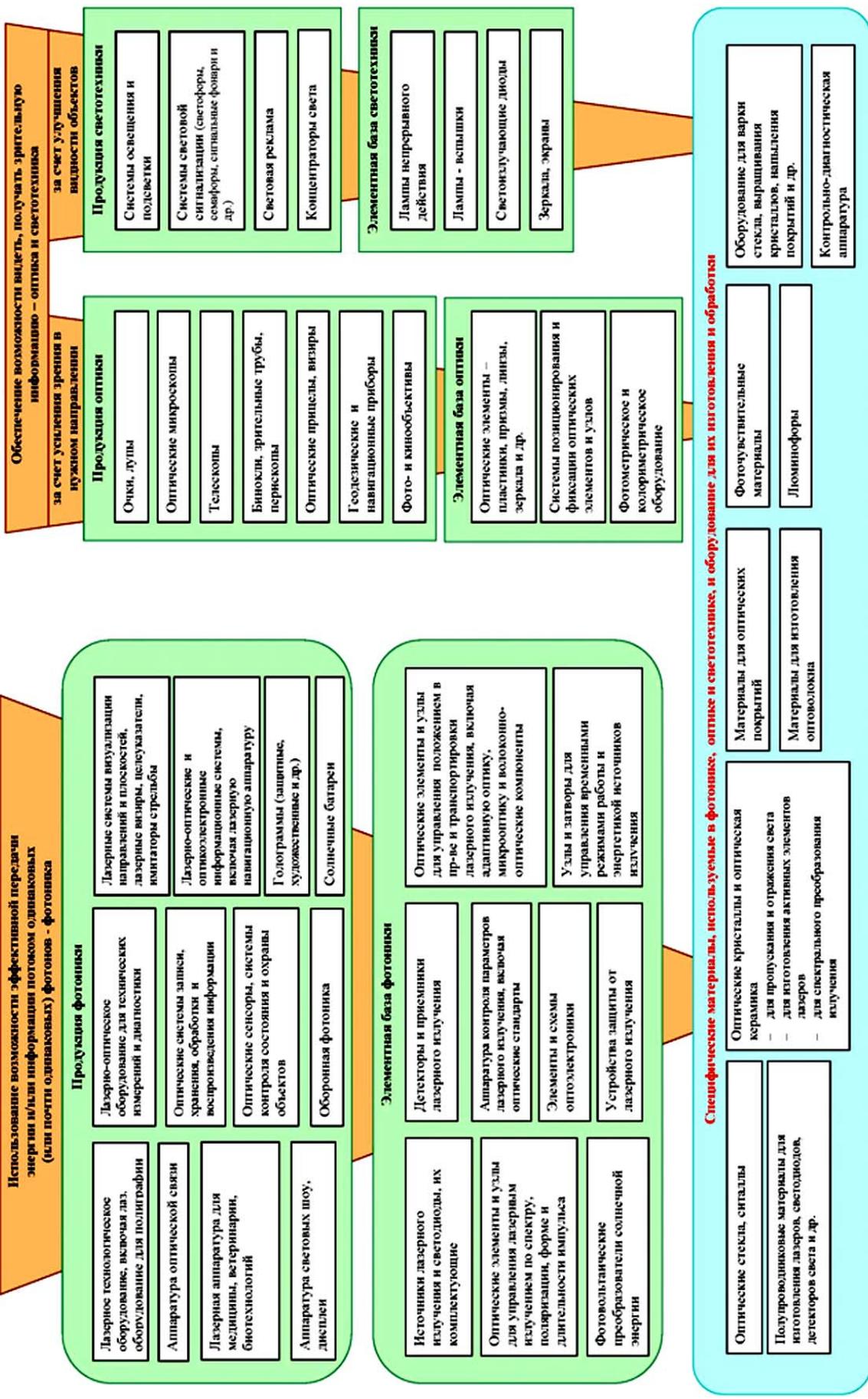


Рисунок 2

увеличить эффективность лекарственного лечения. Согласно оценкам японских экспертов, это сокращает «медицинские» расходы их страны на 20%, годовой экономический эффект в мире – не менее 400 млрд долл. (затраты на здравоохранение только в США в 2004г. составили 1,8 трлн долл., а в Германии – 250 млрд долл.). Неудивительно, что мировой рынок медицинской фотоники ещё в 2010г. составил 20,4 млрд долл. а в 2016-м – уже более 40 млрд долл.

Освоение технологий фотоники по своей значимости для цивилизации сравнивают с электрификацией в начале XX века. Развитые государства предпринимают активные усилия для ускоренного развития фотоники как отрасли хай-тека. Примером может служить Евросоюз, где фотоника признана одной из 6 ключевых «обеспечивающих» технологий сегодняшнего дня («key enabling technologies»). В Европейской Комиссии ещё в начале 2000-х было создано специальное подразделение для координации усилий стран ЕС в части развития фотоники, организована Технологическая платформа ЕС «Photonics21», на поддержку программ и проектов, рекомендованных этой Платформой (НИОКР и создание необходимой инфраструктуры), ежегодно из бюджета ЕС выделяется около 100 млн евро (финансирование фотоники было предусмотрено отдельной строкой в 7-й Рамочной программе Евросоюза и продолжается в рамках Стратегии «HORIZON-2020»). В результате средние темпы роста объёмов производства фотоники в

ЕС в последние 10 лет составляют 8% - несмотря на рецессию экономики – а годовой объём производства продукции фотоники в ЕС ещё в 2015г. достиг 69 млрд евро. В этой отрасли в Евросоюзе работают около 400 тыс. чел., больше всего – в Германии, Великобритании, Франции, Нидерландах, Италии и Швейцарии. От технологий фотоники непосредственно зависит 25% всей европейской экономики и 10% всех работающих (около 30 млн рабочих мест).

В США фотоника признана технологией первостепенной необходимости для страны («essential for our nation»), в ее развитие вкладываются весьма значительные средства (например, только на НИОКР в 2010г. – около 540 млн долл. через агентство DARPA и 960 млн долл. – в виде грантов Национального института здоровья), что позволяет США сохранять лидирующие позиции в части исследований и разработок по фотонике и её применениям. Сегодняшнюю роль фотоники в США иллюстрирует такой, например, факт. Среди 50 важнейших американских изобретений 2011 года, отобранных экспертами США, 12 были основаны на лазерно-оптических технологиях. В 2015г. доля США в мировом объёме производства продукции фотоники составляла около 13%, уступая ЕС, Китаю и Японии. Сейчас поставлена задача вернуть в США производство многих видов продукции фотоники. В 2012г., после публикации Национальным исследовательским советом доклада по развитию фотоники и оптики в США был начат процесс запуска Национальной иници-

### Ключевые данные по мировому рынку фотоники



Источник данных – Евразийская технологическая платформа «Photonics21»

Рисунок 3



Рисунок 4

циативы в области фотоники (*National Photonics Initiative*). В частности, в 2015г. под эгидой Министерства обороны был создан специализированный Институт интегральной фотоники для инноваций в области производственных технологий (*Integrated Photonics Institute for Manufacturing Innovation – IP-IMI*) в рамках национальной сети промышленных инноваций (*National Network for Manufacturing Innovation*). Институт уже получил серьезное финансирование – из федерального бюджета было выделено 110 млн долларов, а промышленность софинансирует его работу в размере 503 млн долларов.

В Китае действует специальная государственная целевая программа, приведшая к созданию за 12 лет более 5 тыс. предприятий лазерно-оптической специализации и росту объема производства продукции фотоники в КНР в среднем на 25 – 30% в год в 2000-2017гг. (в 2015г. этот объем составил уже около 120 млрд долл). В результате Китай стал абсолютным мировым лидером по объему производства фотоники. Главными направлениями развития лазерно-оптических технологий здесь являются телекоммуникации (в част-

ности, на Китай приходится сегодня 60% мирового объема производства оптоволоконна), медицинские технологии (80% всех медицинских учреждений КНР с числом пациентов более 200 уже имеют специальные отделения или участки лазерной диагностики и/или лечения), новые производственные технологии. Кроме того, в Китае очень мощно развивается оборонная фотоника. Правительство КНР приняло решение организовать в 2015-2025гг. «золотую декаду для лазерной ин-

дустрии». Это стало частью дорожной карты «Made in China 2025», которая должна сделать Китай в течение 10 лет мировым промышленным лидером. На 12-м международном форуме OVC EXPO (г.Ухань, КНР) в ноябре 2015г. было четко заявлено, что лазер как высокоэффективный инструмент для обработки материалов будет играть важнейшую роль в превращении Китая в мирового промышленного гиганта в предстоящие 10 лет.

К числу стран, целенаправленно и весьма активно развивающих свою фотонику, помимо Китая, лидеров ЕС и США, относятся также Япония, Южная Корея, Тайвань, Канада, Ма-

### Экономическое значение фотоники

Оценка 2015г. объемов мирового рынка для 6 областей технологий, признанных в Евросоюзе ключевыми («Key Enabling Technologies»)



Фотоника в ЕС в 2014г.: 5 тыс. компаний  
377 тыс. рабочих мест  
60 млрд евро объем производства (160 тыс. евро/чел.год)

Источник данных – Европейский консорциум индустрии фотоники (EPIC)

Рисунок 5

## Тенденции мирового рынка фотоники

- опережающий рост (темпы роста в 2011-2020гг. минимум в 1,5 раза выше темпов роста ВВП)
- появление приоритетов с еще более быстрым ростом:
  - производственные технологии (реиндустриализация в развитых странах)
  - медицинские применения, биофотоника (старение населения, необходимость улучшения медобслуживания)
  - светодиодное освещение (урбанизация в Азии, необходимость энергосбережения)
- резкое увеличение роли Китая в мировом производстве продукции фотоники (по объему производства вышел на 1-е место в мире)
- активное государственное управление развитием фотоники (финансирование НИОКР, госзаказ, налоговая политика, поддержка экспорта, поддержка отечественного производителя, стимулирование инвестиций в отрасль и др.) в странах – лидерах по производству и освоению фотоники

*Рисунок 6*

лайзия. Мировой объём производства продукции фотоники быстро растёт – см. **рис.3**. Отметим при этом практическое совпадение средних темпов роста производства продукции фотоники – приборы, аппараты, технологические установки и т.п. – и производства источников лазерного излучения (см. **рис.4**), что подтверждает тот факт, что фотоника базируется именно на лазерах.

Фотоника, по мнению экспертов Еврокомиссии, стала сегодня драйвером современной технологически развитой промышленности, одним из главных локомотивов инновационного развития мировой экономики. Общая статистика рынков хай-тека подтверждает это заключение – см. **рис.5**, и неудивительно, что как отрасль она имеет мощную поддержку в развитых странах (**рис.6**).

Следует подчеркнуть, что использование энергии лазерного луча становится системообразующей технологией, всё более определяющей техническую инфраструктуру, которую использует человечество. Единственным аналогом является использование электрической энергии.

### **Российская фотоника – организации и продукция, внутриотраслевые структуры**

Наша страна, бывшая одним из двух пионеров в создании квантовой электроники и лазерной техники, а также изучении вопросов распространения лазерного излучения и его взаимодействия с веществом, имеет мощный научный потенциал в части фотоники, большой опыт в проведении разработок в этой области и большое число предприятий и организаций, активно работающих сегодня по тематике фо-

тоники, ведущих исследования и создающих оборудование и технологии. В общей сложности в России в 2018г. насчитывалось около 840 таких организаций, в т.ч. около 100 академических институтов, около 140 ВУЗов и научно-технических центров при ВУЗах, 115 отраслевых НИИ, КБ и НПО, более 70 производственных объединений и крупных предприятий, 75 медицинских учреждений (включая медицинские ВУЗы) и около 340 малых предприятий. В это число не входят центры предоставления услуг по лазерной обработке материалов («job-shops»), лазерной косметологии и т.п. – таких в России более 500. По территории страны разработчики технологий и оборудования фотоники распределены весьма неравномерно. Центрами максимальной концентрации организаций и предприятий отрасли являются (по числу юрлиц) Москва (40%), С.Петербург (14%), Новосибирск (6%), Московская область (5%) и Поволжье (Нижегородская, Самарская, Саратовская области и Татарстан – вместе около 8%), а в общей сложности такие предприятия и организации имеются в 57 регионах страны.

При этом следует подчеркнуть, что фотоника в большинстве случаев не является единственной специализацией для российских исследовательских институтов и крупных предприятий. Среди них лишь участники Оптического холдинга «Швабе» ГК «Ростех» и несколько частных компаний могут быть отнесены к числу чисто «лазерно-оптических» организаций. Только для малых предприятий, работающих в области фотоники, эта тематика практически всегда является единственной профильной. В некотором смысле российская фотоника – это отрасль,

состоящая в значительной части из малых предприятий.

Росстат не ведёт какого-либо учёта в части фотоники, поэтому все нижеследующие оценки – это данные опросов, проведённых Лазерной ассоциацией.

Около 230 российских организаций являются производителями лазерной, оптической и оптоэлектронной продукции – см. **рис.7**. Более 60% таких организаций – малые предприятия.

Общий объём производства продукции фотоники в России за 2017г. составил более 74 млрд руб. Основной вклад в этот объём (примерно 84%) внесли большие предприятия (с числом занятых в производстве фотоники более 100 чел.). На малые предприятия пришлось около 14%, остальное – результат производственной деятельности отдельных НИИ, КБ и университетских НТЦ, которые тоже выпускают продукцию фотоники.

В России находится также отделение одной из крупнейших компаний мировой лазерной индустрии – американской корпорации IPG. Это НТО «ИРЭ-Полус» в подмосковном Фрязино с числом работающих около 1,8 тыс. чел. и многомиллионными оборотами. Их данные в нижеследующих оценках объёмов производства и экспорта российской фотоники не учитывались.

Производством продукции фотоники на российских предприятиях занимаются в общей сложности около 38,5 тыс. чел., средняя выработка на человека в год составила в 2017г.

2 млн руб., что существенно меньше, чем в европейской фотонике (в Западной Европе средняя выработка на предприятиях лазерно-оптической специализации уже в 2014г. была равна 160 тыс. евро/чел). Однако на целом ряде отечественных малых и средних предприятий лазерно-оптической специализации выработка была весьма близка к европейскому уровню, а на некоторых и заметно превосходила его (до 12-15 млн руб./чел.год). Доля экспорта в общем объёме продаж продукции фотоники российского производства составила в 2017г. 20%, в т.ч. у малых предприятий – в среднем 21%, у больших предприятий – чуть меньше 20%. В 2015-2017гг. существенных изменений в суммарном объёме производства фотоники (в денежном исчислении) в отрасли не произошло (имел место небольшой рост, в основном – из-за роста стоимости импортных комплектующих).

Более 90% всех моделей гражданской продукции фотоники, предлагаемых сегодня российскими производителями, это изделия малых предприятий. Именно они формируют внутренний рынок. Большим предприятиям принадлежит основная доля в общем объёме производства, но они много работают по госзаказу, там другая продукция и другие цены. Открытый рынок фотоники в России создаётся малыми предприятиями.

Единой организационно-управленческой структуры в российской фотонике нет. Как самостоятельная отрасль и единый субъект промышленной политики фотоника в России не

## Выпуск продукции фотоники в СНГ в 2018г.

Производятся практически все известные виды такой продукции, в т.ч.

источники лазерного излучения  
фотоника в связи и обработке информации  
лазерное технологическое оборудование  
измерительно-диагностическая техника  
лазерная медицинская аппаратура  
приборы контроля лазерного излучения  
лазерная оптика

– более 1,3 тыс. моделей  
– более 1,1 тыс. моделей  
– около 450 моделей  
– более 290 моделей  
– около 300 моделей  
– более 100 моделей  
– тысячи типоразмеров оптических компонентов (около сотни материалов), а также десятки моделей затворов, модуляторов, сканаторов и др.

### Число отечественных организаций-производителей

Источники излучения	Технологич. установки	Измерения и диагностика	Медицинская аппаратура	Лазерная оптика	Приборы контроля ЛИ	Оптическая связь и передача информации
51, в т.ч. Россия – 46 Беларусь – 5	49, в т.ч. Россия – 45 Беларусь – 4	53, в т.ч. Россия – 48 Беларусь – 5	53, в т.ч. Россия – 45 Беларусь – 6 Украина – 2	63, в т.ч. Россия – 56 Беларусь – 6 Армения – 1	12, в т.ч. Россия – 10 Беларусь – 2	30, в т.ч. Россия – 29 Беларусь – 1

Рисунок 7

## Лазерная ассоциация



**Лазерная ассоциация** создана в апреле 1990 г.

Это неправительственная и некоммерческая организация, действующая на территории стран СНГ.

В Ассоциацию за 28 лет вступило более 430 коллективных членов и около 600 персональных.

Члены ЛАС выпускают 90% отечественной лазерной продукции и публикуют 70% всех научных статей по лазерной тематике на русском языке.

Главная задача ЛАС – помощь своим членам в следующих областях:

- информационное обеспечение работ
- анализ и экспертиза, консалтинг
- организация сотрудничества, в т.ч. международного
- повышение квалификации
- развитие инновационной деятельности
- взаимодействие с органами государственной власти

**ЛАС** - активно действующая коммуникационная площадка

(бюллетень «Лазер-Информ», журнал «Фотоника», ежегодная выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики» и зарубежные презентации, ежегодные каталоги отечественной лазерной техники, Коллегия национальных экспертов стран СНГ по лазерам и лазерной технике, техплатформа «Фотоника», региональные центры и др.)

С 2015г. российская часть ЛАС – это ТП «Фотоника».

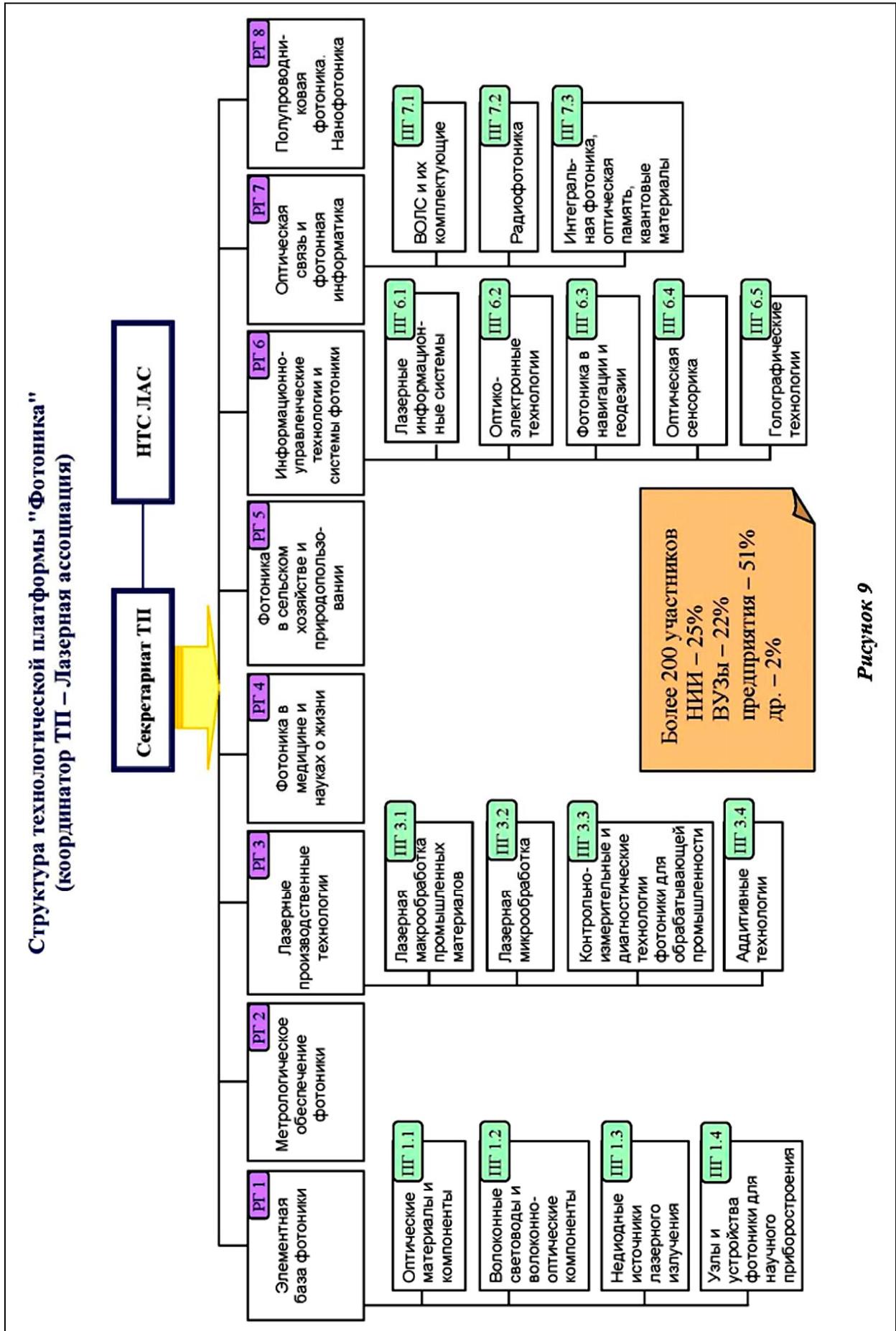
### Рисунок 8

существует. Крупнейшим объединением предприятий и организаций этой специализации является Оптический холдинг (АО «Швабе») госкорпорации «Ростех», имеется также несколько предприятий в составе холдинга «Росэлектроника» той же госкорпорации и объединённые общим руководством своей госкорпорации «лазерные» центры ГК «Росатом» - но каждое из этих объединений включает лишь весьма малую долю российских организаций, создающих продукцию фотоники.

Единственными общеотраслевыми структурами являются действующая с 1990г. Лазерная ассоциация и созданная в 2011г. технологическая платформа «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника», координатором которой является Лазерная ассоциация – см. **рис. 8** и **9**. Но это – некоммерческие научно-технические организации, которые своей информационно-аналитической, организационной и консультативной деятельностью эффективно содействуют развитию и практическому освоению фотоники в России, но не осуществляют никаких управленческих функций.

Обладая большим научно-промышленным потенциалом в области фотоники, Россия сегодня, к сожалению, существенно уступает разви-

тым странам по масштабам практического её использования, что наносит стране заметный экономический ущерб и замедляет её модернизацию. О масштабе потерь можно судить по таким, например, оценкам: 1) использование в машиностроении, на транспорте, в сельхозтехнике и др. технологий локального лазерного упрочнения поверхности стальных деталей с целью повышения износостойкости стальных деталей и, соответственно, их ресурса может обеспечить экономический эффект порядка 100 млрд руб (за счёт снижения расходов на ремонт, запчастей, борьбу с последствиями аварий, вызванных разрушением изношенных узлов и т.д.), 2) лазерные агротехнологии могут до 1,5 раз поднять урожайность овощных культур и в 2-3 раза удлинить сроки сохранности сорванных плодов (ягоды, яблоки и др.) без принятия каких-либо дополнительных специальных мер, они незаменимы в органическом земледелии, 3) оптоволоконная сенсорика может обеспечить постоянный и не требующий энергетике и трудозатрат контроль состояния всех ответственных сооружений – мосты, нефтехранилища, башни, трубопроводы и др. – экономя многомиллионные средства, затрачиваемые на ремонтно-восстановительные работы и устранение последствий техногенных катастроф.



Причинами недоиспользования потенциала фотоники в России являются, во-первых, слабый спрос на инновации в отечественной экономике, не позволяющий отечественной фотонике развиваться за счёт чисто рыночных факторов, и во-вторых, наличие ряда проблем у предприятий и организаций, занятых созданием технологий и оборудования фотоники – как специфических, обусловленных конкретным состоянием дел в том или ином секторе российской фотоники и её применений, так и общетраслевых, связанных с отношением ФОИВ к фотонике как второстепенной отрасли (по сравнению, например, с нанотехнологиями) и общим уровнем поддержки инновационной деятельности в стране. Специфические трудности носят, как правило, технический характер (отсутствие каких-то комплектующих изделий или материалов, недостаточная развитость необходимых технологий и др.), и практически всегда они могут быть при соответствующей поддержке преодолены усилиями конкретных заинтересованных предприятий (организаций) – но только после решения системных общетраслевых проблем. Такие проблемы требуют для своего преодоления участия государства.

Проведённые в 2015 и 2018гг. Лазерной ассоциацией опросы российских предприятий и организаций, работающих в области фотоники, выявили наиболее важные проблемы, которые следует считать общетраслевыми:

- отсутствие фотоники в официальном перечне приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в России и списке критических технологий, что формально запрещает прямую бюджетную поддержку проектов по фотонике и делает эту тематику второстепенной для органов исполнительной власти, отвечающих за инновационную активность, особенно в регионах;
- слабый спрос на оборудование, реализующее технологии фотоники, в отраслях реального сектора экономики, что обусловлено как финансовой слабостью большинства предприятий, так и отсутствием в стране ясно сформулированной промышленной политики, на которую можно было бы ориентироваться разработчикам инноваций, а также недостаточной осведомлённостью руководителей и специалистов о реальных возможностях современной фотоники, и её роли в технической инфраструктуре индустриально развитой страны,
- обусловленное отсутствием программы освоения технологий фотоники в стране отсутствие целевой госпрограммы развития отрасли, в рамках которой могли бы получить поддержку приоритетные для страны работы в области фотоники – в частности, по элементной базе, импортозамещению, по перспективным технологиям, подготовке кадров и др.;

- отсутствие нормативных документов, предусматривающих и регламентирующих использование технологий фотоники в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и др. отраслях, что мешает практическому освоению этих технологий в стране.

- отсутствие координации в поддержке проектов НИОКР по фотонике и её применениям различными институтами развития, отсутствие гласного анализа использования результатов таких проектов в интересах отечественной экономики;

А ещё 3 отмеченные проблемы характерны для всего отечественного хай-тека, не только для фотоники:

- ◆ отсутствие у предприятий отрасли возможности получать долговременные кредиты под разумный – с точки зрения реальной доходности производства лазерно-оптической техники – процент;
- ◆ чрезмерная налоговая нагрузка на предприятия и организации, создающие инновационную продукцию, в т.ч. продукцию фотоники;
- ◆ наличие труднопреодолимых препятствий для участия малых предприятий в реализации госзаказа и программ инновационного развития госкорпораций.

Фотоника, как уже отмечалось, является сегодня одним из основных локомотивов инновационного развития экономики, технологии фотоники играют определяющую роль в переходе к информационному обществу, цифровой экономике, расширению доступной каждому человеку культурной среды, обеспечению мобильности и доступа к информационно-образовательным ресурсам, эти технологии активно используются в задачах реиндустриализации и социально-экономического развития общества. Нельзя не упомянуть и о важнейшей роли фотоники в обеспечении безопасности – человека, жилища, окружающей среды, страны в целом.

В табл. на **рис.10** перечислены указанные в действующей Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ основные группы таких задач и выделены те из них, которые решаются сегодня с использованием технологий фотоники. Оборудование фотоники, которое позволяет реализовать эти технологии, делится на следующие основные группы:

- ◆ лазерное оборудование для обработки промышленных материалов, обеспечивающее существенное расширение технологических возможностей предприятий и выбора технических решений конструктором, обеспечивающее гибкость и экологическую безопасность производств, конкурентоспособность выпускаемой продукции на мировом рынке.
- ◆ лазерно-оптические аппараты и инструменты для медицины, позволяющие существенно

Задачи социально-экономического развития, для решения которых необходимы технологии фотоники

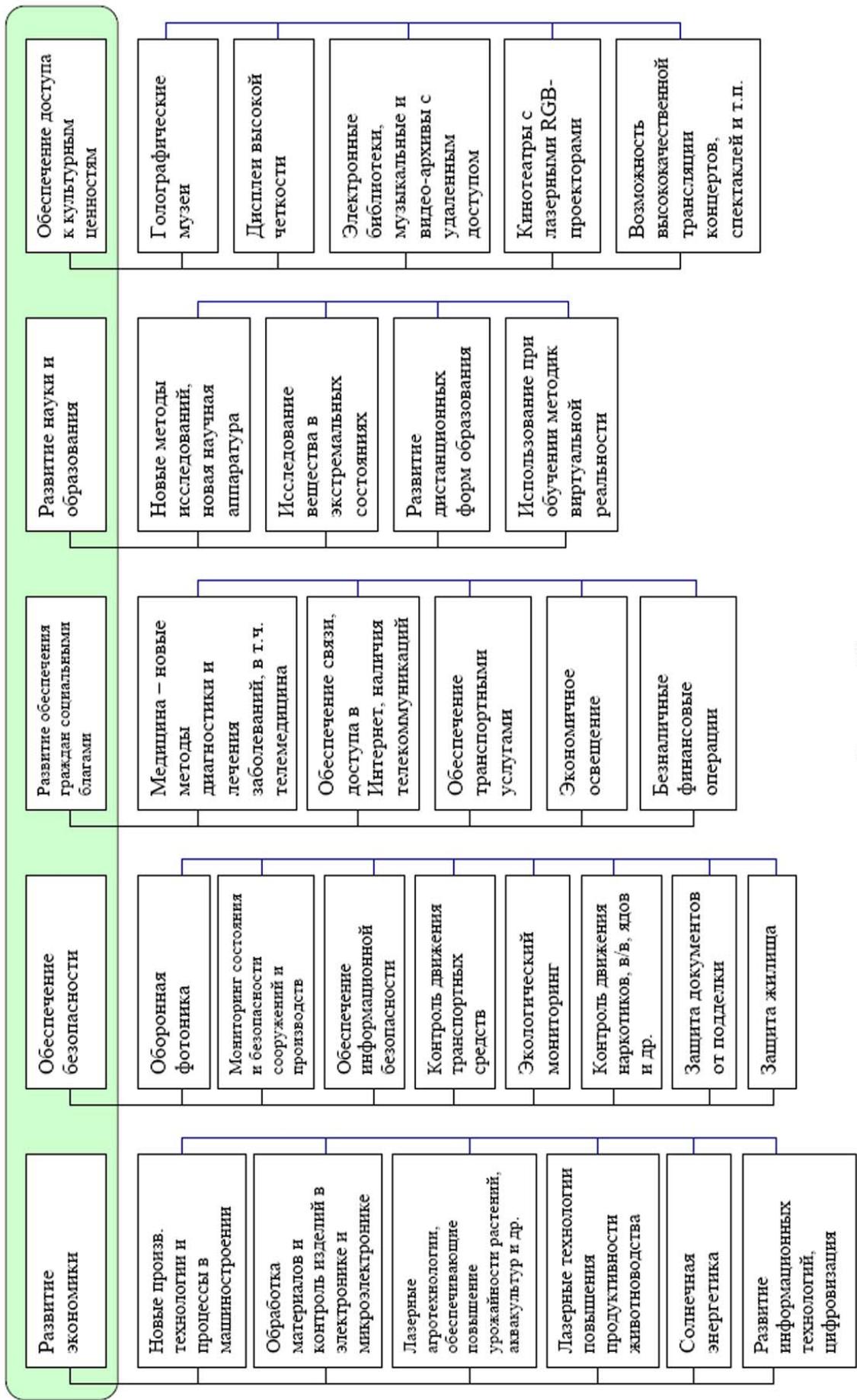


Рисунок 10

более эффективно диагностировать и лечить широкий круг заболеваний, в т.ч. сделать лечение ряда болезней амбулаторной процедурой, успешно бороться с рядом ранее неизлечимых заболеваний (онкология, офтальмология, дерматология, кардиология, гинекология, нейрохирургия и др.), ставшие основными для исследований в области наук о жизни – биофотоники, геномики и др.

♦ лазерные информационно-управляющие системы, обеспечивающие бесконтактный дистанционный экологический мониторинг, контроль ландшафтов, акваторий, структуры и состояния поверхностей объектов, реализующие техническое зрение, осуществляющие навигацию, целеуказание, наведение, точную локацию движущихся объектов и др. – эти системы сегодня, по-существу, не имеют альтернатив.

♦ устройства фотоники для записи, хранения, обработки и воспроизведения информации, единственно возможные для обработки в реальном времени сверхбольших объемов информации, Переход в информатике к широкому использованию фотоники ожидается в течение 5-7 лет, и возможность производить вышеуказанное оборудование является критически важной для страны.

♦ оборудование оптоволоконной связи (волокно, лазерные передатчики и усилители, приемники, мультиплексоры, транспондеры и др.) используется практически повсеместно и непрерывно совершенствуется в результате постоянно растущей потребности в объемах и скорости передачи информации. Возможность производить ключевые элементы такого оборудования определяет не только технологическую независимость государства в части систем связи, но и безопасность пользования такими системами при необходимости передать закрытую информацию.

♦ оборудование фотовольтаики (солнечная энергетика), остро необходимое для энергосбережения, снижения нагрузки на окружающую среду, обусловленной выбросами тепловых электростанций, для сохранения истощающихся запасов углеводородов. Эффективные солнечные батареи могут существенно улучшить качество жизни миллионов россиян, живущих вне доступа к централизованному электроснабжению, переход к использованию светодиодных систем позволяет существенно (в разы) снизить расходы электроэнергии на освещение.

♦ лазерное оборудование для реализации агротехнологий, ветеринарной медицины, улучшения природопользования, позволяющее при очень малых затратах существенно увеличить эффективность сельхозпроизводства и уменьшить загрязненность пашен, пастбищ и, соответственно, продуктов питания пестицидами,

антибиотиками и др. Лазерные агротехнологии чрезвычайно перспективны для реализации «органического» земледелия.

Особое место в этом перечне занимает оборонная фотоника, без которой невозможны современная армия и системы обеспечения безопасности.

Организация разработки и производства такого оборудования в объемах, необходимых для развития отечественной экономики и обеспечения безопасности, является, на наш взгляд, важнейшей задачей государства.

### **Господдержка работ по фотонике и её применениям в России**

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

В 2013г. Распоряжением Правительства РФ (РП №1305-р от 24.07.2013г.) была утверждена «дорожная карта» развития фотоники на период до 2018 г. В 2016г. в нее были внесены небольшие изменения и дополнения (РП №1299 от 23.06.2016г.). Однако из-за отсутствия финансирования предусмотренная этой «дорожной картой» подпрограмма «Фотоника. Базовые компоненты и технологии» на 2014-2020гг. не была включена в ГП «Развитие промышленности и повышение её 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 «дорожная 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 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» (Минобрнауки), через эту программу финансирование ежегодно получают отдельные НИОКР по фотонике, 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 2012-2017гг. поддержку по двум последним каналам получали десятки проектов, причём их число и общий объём финансирования постоянно росли, что объективно отражает растущую потребность в фотонике в сфере обеспечения безопасности, в реальном секторе экономики, в естественных науках. На-

пример, только в рамках ФЦП «Исследования и разработки...» в 2014-2016гг. было профинансировано 57 проектов по фотонике на общую сумму 2,5 млрд руб.

Главной проблемой при этом остаётся 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 сертифицирования её изделий.

В итоге постоянно растёт 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 её основных предметных областях и имеющегося в России опыта её 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 оборонной фотоники – мощных лазеров, лазерных дальномеров, целеуказателей, гироскопов, оптических часов и др. (эта элементная база нужна и для изготовления не - оборонной продукции фотоники);
- оптическая связь, разработка и производство отечественного оборудования мирового класса для системы связи по оптоволокну и открытому лазерному лучу;
- нанофотоника, включая разработку и производство широкого спектра 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;
- радиофотоника, обеспечивающая обработку и передачу СВЧ-сигнала методами фотонной информатики;
- 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;

- фотовольтаика, разработка и производство высокоэффективных солнечных батарей наземного и космического базирования;
- 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.

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

- новые производственные технологии на основе лазерной обработки промышленных материалов (комплексная область, развитие различных секторов которой идёт 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, контроля состояния ответственных конструкций и сооружений, контроля 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 практического использования аппаратуры, установок и систем фотоники.

Третья группа приоритетов в части технологий и оборудования фотоники – это направления, обещающие большой технический и/или экономический эффект в ближайшей перспективе, 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 ФОИВ или представляющие интересы государства госкорпорации и акционерные компании с участием. Эффективным механизмом поддержки представляется здесь создание центров компетенции и превосходства. Вторая группа работ требует прежде всего координации в масштабах страны, эффективного использования возможностей имеющихся институтов развития, совершенствования нормативно-правовой базы и предоставления исполнителям 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 идёт с очень высокой скоростью.

Практически каждое из указанных выше направлений разбивается на «поднаправления» в соответствии с конкретными применениями создаваемых продуктов. Его приоритетность определяется пользователем – заказчиком. В каждом из «поднаправлений» необходимо развивать всю технологическую цепочку – материалы, элементная база, оборудование, технология, производственный процесс на основе этой технологии.

Направления, не отнесённые 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 её высокоэффективных технологий** приоритетными задачами являются:

- создание нормативной базы (стандарты, регламенты, методики, протоколы), позволяю-

щей использовать конкретные технологии фотоники на производствах, в медицине, сельском хозяйстве и др., а также обеспечить методологический контроль и сертификацию самой продукции фотоники;

- организация системы поддержки процесса модернизации предприятий и производств за счёт освоения ими технологий фотоники – льготными кредитами, налоговыми каникулами и проч., создание профильных инжиниринговых центров в отраслях – массовых пользователей 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** важнейшими сейчас представляются следующие действия:

- разработка силами ведущих экспертов отрасли и утверждение Правительством Комплексной стратегической программы по фотонике и её применениям (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 её применениям, 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 гос-

программы «Фотоника. Базовые технологии и компоненты» – она должна получить необходимое финансирование и стать частью Комплексной стратегической программы по фотонике и её применениям;

- организация системы статистического учёта 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 выпуска конкурентоспособной отечественной продукции фотоники, успешного вывода её на внутренний и внешний рынки, по многим важным позициям 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 руб, затраченных на проекты по фотонике в 2014-2016гг. 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 – С.Петербург. Сопоставьте это с вышеприведённой общей структурой российской фотоники...

Имеющийся у российского лазерно-оптического сообщества научный, производственный и кадровый потенциал позволяет сегодня сфор-

мулировать 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 неотложных работ, нацеленных на обеспечение страны современной элементной базой фотоники и содействие реализации национальных и федеральных проектов путём 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 приведёт 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 высокоэффективных технологий фотоники и образцов отечественного оборудования, реализующего такие технологии. Подчеркнём, что принципиально важным для успеха этого этапа (и программы развития фотоники в целом) является создание действенной системы координации работ по фотонике и её применениям, 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 (через 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 бу-

дет коммерциализация разработок, выполненных к концу первого этапа, развитие производства необходимой стране продукции фотоники и планомерное её 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 счёт 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 её применениям, 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 настоящей программой можно ожидать к 2035г. следующих результатов:

♦ увеличение объёмов 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 экспортируемой продукции от общего объёма 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 руб. в год.

***Приглашаем всех заинтересованных экспертов поделиться на страницах «Л-И» своим мнением по вопросам развития фотоники в Российской Федерации.***



**Международный симпозиум  
«Фундаментальные основы  
лазерных микро– и нанотехнологий»  
(FLAMN-19)**

**30 июня-4 июля 2019г., г.Санкт-Петербург, Россия**

**Симпозиум включает 2 секции:**

- ♦ Микро- и нанотехнологии, реализуемые с помощью лазерного луча
- ♦ Взаимодействие лазерного излучения с веществом

**и 7 научных мероприятий:**

- Конференция для молодых учёных, инженеров и студентов «Мощное лазерное воздействие и его применения»
- Конференция «Интенсивные лазерные воздействия в биологии и медицине»
- Семинар «Фотофизика систем нанометрового масштаба»
- Семинар «Лазерные технологии для нанофотоники»
- Семинар «Фс-импульсы лазерного излучения и вещество: взаимодействие и технологии»
- Семинар «Лазерное микроструктурирование поверхности»
- Семинар «Лазеры для очистки и реставрации художественных изделий»
- Семинар «Применение лазеров в промышленности»

**Рабочий язык – английский**

**Контакты:** тел.: +7(911)0859039 e-mail: [flamn\\_org@corp.ifmo.ru](mailto:flamn_org@corp.ifmo.ru) <http://flamn.ifmo.ru>

---

# **Лазерная ассоциация предлагает вниманию специалистов НОВЫЕ ИЗДАНИЯ справочно-информационной литературы (на оптических дисках и USB флеш-накопителях):**

**1. «КТО ЕСТЬ КТО В ЛАС»** - директория Лазерной ассоциации на русском языке. Содержит реквизиты и сведения о специализации организаций – действующих коллективных членов ЛАС, список индивидуальных членов Ассоциации, состав Коллегии национальных экспертов стран СНГ по лазерам и лазерным технологиям описание структуры и состава органов управления ЛАС, а также перечень ее республиканских и региональных центров, 2019г.

**Цена - 500 руб.**

**2. «ЛАЗЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ», ч.1. «Газовые лазеры и лазеры на красителях»** (каталог в табличной форме по странам СНГ). Содержит описания более 209 моделей и реквизиты 17 фирм-производителей лазеров этих типов, а также перечень книг по конструированию и эксплуатации лазерных источников излучения, изданных на русском языке в последние годы. 2019г.

**«ЛАЗЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ» ч.2. «Твердотельные лазеры, включая волоконные»** (каталог в табличной форме по странам СНГ). Содержит описания 577 моделей и реквизиты 25 фирм-производителей лазеров этих типов, а также перечень книг по конструированию и эксплуатации лазерных источников излучения, изданных на русском языке в последние годы 2019г.

**«ЛАЗЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ», ч.3. «Полупроводниковые лазеры»** (каталог в табличной форме по странам СНГ). Содержит описания 610 моделей и реквизиты 14 фирм-производителей лазеров этих типов, а также перечень книг по конструированию и эксплуатации лазерных источников излучения, изданных на русском языке в последние годы 2019г.

**Цена за 3 каталога в электронном виде - 600 руб.**

**3. «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ВЫПУСКАЕМЫЕ В СТРАНАХ СНГ»** (каталог-справочник по странам СНГ). Содержит описания 449 моделей технологических комплексов и установок, реквизиты 45 организаций- поставщиков этого оборудования, а также перечень книг по этой тематике, вышедших на русском языке в последние годы. 2019г.

**Цена за каталог в электронном виде - 500 руб.**

**4. «ЛАЗЕРНАЯ ОПТИКА»** (каталог-справочник по странам СНГ). Содержит описания оптических материалов, оптических элементов лазерных систем, оптических узлов и устройств, волоконно-оптических элементов и устройств, используемых в таких системах, устройств фиксации оптических элементов, (в общей сложности – более 630 записей) а также реквизиты 63 отечественных организаций-производителей этой продукции. 2019г.

**Цена за каталог в электронном виде - 500 руб.**

**5. «ЛАЗЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ДИАГНОСТИКА В ТЕХНИКЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ»** (каталог-справочник по странам СНГ). 2019г.

**5.1 «ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ И ДИАГНОСТИКИ В ТЕХНИКЕ»** содержит описания 48 моделей приборов и реквизиты 23 фирм-производителей этой техники.

**5.2. «ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА»** содержит описания 25 моделей приборов и реквизиты 10 фирм-производителей этой техники.

**5.3. «ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ И ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ»** содержит описания 125 моделей аппаратуры и реквизиты 19 фирм-производителей этой техники.

**5.4. «АППАРАТУРА ФОТониКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ, ОПТИЧЕСКАЯ СЕНСОРИКА»** содержит описания 93 моделей этой техники и реквизиты 25 фирм – ее производителей.

Каждая часть содержит также библиографический перечень 58 книг по тематике каталога, изданных на русском языке в последние годы

**Цена за каталог в электронном виде - 800 руб.**

---

**6. «СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»** (каталог-справочник по странам СНГ). Содержит описания 100 отечественных приборов для измерения параметров лазерного луча и контроля лазерного излучения, реквизиты 10 организаций-производителей этой техники и информацию о международных стандартах в области лазерной техники. 2019г.

**Цена за каталог в электронном виде - 300 руб.**

**7. «ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»** (каталог-справочник по странам СНГ). Содержит описания 243 моделей лазерных медицинских (хирургических, терапевтических и диагностических) установок и 30 наборов инструментария для них; реквизиты 53 предприятий и организаций, специализирующихся на создании этой аппаратуры, перечень 97 лазерных медицинских технологий, разрешенных Минздравом к использованию в медицинской практике. 2019г.

**Цена за каталог в электронном виде – 500 руб.**

**8. «ЛАЗЕРЫ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ»** (каталог-справочник по странам СНГ). Содержит описания более 1100 моделей и реквизиты 30 фирм-производителей этой техники. 2019г.

**Цена за каталог в электронном виде – 700 руб.**

**9. СБОРНИК РЕФЕРАТОВ ДОКТОРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ЛАЗЕРАМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯМ, УТВЕРЖДЕННЫХ ВАКом РОССИИ с 2002 по 2015г.** Содержит структурированные по специальностям и годам алфавитные (по фамилиям авторов) подборки рефератов в общей сложности 930 докторских диссертаций. Для каждой диссертации указаны фамилия, имя и отчество диссертанта, его должность и место работы на момент защиты, номер специальности, по которой она защищена, дата и место защиты. **Цена - 1000 руб.**

**Сборник 9 вышеперечисленных справочников  
на USB флеш-накопителе можно приобрести за 1800 руб.**

**10. "КАК ЭТО БЫЛО..." – Воспоминания создателей  
отечественной лазерной техники**

**ч.1 2006г., 476 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 500 руб.**

**ч.2 2010г., 256 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 300 руб.**

**ч.3 2011г., 224 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 300 руб.**

**ч.4 2012г., 232 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 300 руб.**

**ч.5 2016г., 232 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 300 руб.**

**ч.6 2018г., 416 стр. – Цена за книгу в печатном виде – 400 руб.**

#### **Периодические издания ЛАЗЕРНОЙ АССОЦИАЦИИ**

«Лазер-Информ» - информационный бюллетень (24 номера в год).

Стоимость подписки на 2019 год с получением по электронной почте - 350 руб.

**Эти издания можно приобрести в офисе ЛАС за наличный расчет  
по адресу: Москва, ул. Введенского, д.3, стр. 1.**

**Для безналичного расчета укажите выбранные вами издания,  
нужное количество экземпляров и факс или адрес,  
по которому мы вышлем счет на оплату.**

**Справки по тел.: (495) 333-00-22, факс: 334-47-80 E-mail: las@tsr.ru**

**ЮБИЛЕИ**

*11 февраля 2019 года исполнилось 85 лет ветерану НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха, лауреату Государственной и Ленинской премий, доктору физико-математических наук, профессору Георгию Митрофановичу Звереву.*



*Георгий Митрофанович Зверев родился 11 февраля 1934 года в Москве. Специалист в области квантовой электроники. В 1956 году окончил МГУ им. М.В.Ломоносова. Доктор физико-математических наук, профессор. С 1957 по 1964гг. работал в НИИЯФ МГУ под руководством будущего лауреата Нобелевской премии и академика А.М.Прохорова, участвовал в создании первых отечественных приборов квантовой электроники.*

*С 1964 года Георгий Митрофанович работает в НИИ «Полус»: начальник лаборатории, с 1970 года – начальник отделения. С 1980 по 2012гг. Г.М.Зверев – главный инженер - первый зам. директора - зам. директора по научной работе НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха.*

*В НИИ «Полус» он создал и возглавил важнейшее научно-техническое направление Института – разработку и производство твердотельных лазеров на кристаллах и приборов на их основе. Результаты работ созданной им научной школы по твердотельной лазерной физике получили широкую известность не только в России, но и за рубежом.*

*Г.М.Зверев – главный конструктор первого отечественного артиллерийского лазерного целеуказателя-дальномера. Автор и соавтор более 200 публикаций, в том числе двух монографий, которые стали классикой и по которым выучилось и продолжает учиться современное поколение инженеров-лазерщиков.*

*С момента создания в Институте базовой кафедры МФТИ «Квантовая электроника» Георгий Митрофанович активно участвует в её работе: 1968-1979гг. – доцент, 1980-1989гг. – профессор, а с 1989 по 2017гг. – заведующий этой кафедрой. Под его руководством защитили кандидатские диссертации 25 специалистов, 8 из них впоследствии стали докторами наук.*

*Г.М.Зверев – лауреат Государственной (1976) и Ленинской (1983) премий; награждён орденами Трудового Красного Знамени (1971), Октябрьской революции (1981) и медалями (1970, 1994, 1999). Почётный работник электронной промышленности СССР, Заслуженный деятель науки Российской Федерации (2006). Действительный член Инженерной академии РФ им. А.М.Прохорова и Российской инженерной академии. Награждён медалями имени А.М. Прохорова (2005) и А.А. Расплетина (2014).*

*Георгий Митрофанович и сегодня активно участвует в жизни Института. Он выступил составителем и редактором ряда книг, посвящённых истории «Полуса» и организатору Института – М.Ф.Стельмаху, продолжает преподавательскую деятельность на кафедре МФТИ, делится своим богатейшим опытом с молодыми сотрудниками «Полуса».*

*Администрация Института, коллеги, ученики и друзья, редакция бюллетеня «Лазер-Информ» от всей души поздравляют юбиляра со знаменательной датой и желают Георгию Митрофановичу крепкого здоровья, долгих лет жизни, счастья, успехов в работе и семейного благополучия.*

## СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА

# ФОТОНИКА

## «Фотоника. Мир лазеров и оптики-2019»

**Редколлегия научно-технического журнала «ФОТОНИКА» издательства «ТЕХНОСФЕРА», учитывая большой интерес к области фотонных и оптических технологий со стороны промышленного и научного сообщества, а также широкий ряд вопросов, предлагаемых к публичному обсуждению в рамках Деловой программы выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики-2019», планирует издать специальный выпуск журнала.**

На первом этапе будет подготовлен электронный выпуск специального номера журнала «ФОТОНИКА», в котором будут опубликованы доклады, прозвучавшие во время научных конференций VIII Конгресса технологической платформы «Фотоника» и отмеченные экспертами как материалы, содержащие новые результаты, имеющие инновационный потенциал, либо как обзоры современных технологий или инструментов в области фотоники.

*Для публикации доклада на страницах журнала авторам необходимо получить представление-рекомендацию от председателя той секции, в рамках которой они выступили с докладами. Специальный выпуск, как и журнала «ФОТОНИКА», индексируется в базе РИНЦ в составе RSCI (журнал «ФОТОНИКА» входит в RSCI с 2015 года, входит в список ВАК с 2013 года, что важно для соискателей ученой степени). Статья получает индекс DOI, так как журнал является членом сообщества CrossRef. Сборник докладов будет проиндексирован в базе РИНЦ в октябре 2019 года.*

Правила для оформления материала традиционны для публикаций в научно-технических журналах. Принимаются статьи и обзоры объемом 10 000-25 000 знаков (7-15 печатных страниц), рисунки к публикации должны быть выполнены в формате JPG или TIF (подробные требования размещены на сайте [photonics.su](http://photonics.su) в разделе «Авторам» в подразделе «Требования к статьям»). Авторам о себе необходимо сообщить ФИО, свою аффилиацию (место основной работы). Желательно использовать ORCID, ResearcherID и иные идентификаторы. Не забудьте, пожалуйста, прикрепить к пакету документов разрешение экспертной комиссии организации, в которой выполнялась работа, на публикацию материалов в открытой печати.

**Готовые материалы необходимо сдать в редакцию журнала «ФОТОНИКА» до 30 апреля 2019 года.**

Адрес для приема статей будет объявлен *отдельно* в дни проведения VIII Конгресса технологической платформы «Фотоника».

*Редколлегия журнала «ФОТОНИКА»*

«Лазер-Информ»  
Издание зарегистрировано в  
межведомственной комиссии  
МГСНД 26.12.91. Рег. № 281  
© Лазерная ассоциация.  
Перепечатка материалов и их  
использование в любой форме  
возможны только  
с разрешения редакции.

Отпечатано в НТИУЦ ЛАС  
Тираж 500 экз.

Главный редактор  
И.Б.Ковш  
Редактор Т.А.Микаэлян  
Ред.-издательская группа:  
Т.Н.Васильева  
Е.Н.Макеева

Наш адрес:  
117342, Москва, ул. Введенского, д.3, ЛАС  
Тел: (495)333-0022 Факс: (495)334-4780  
E-mail: [las@tsr.ru](mailto:las@tsr.ru) <http://www.cislaser.com>  
Банковские реквизиты ЛАС:  
р/с 40703810538000006886  
В ПАО «Сбербанк» г.Москва  
к/с 3010181040000000225  
БИК 044525225