

Технологическая платформа
"Инновационные лазерные, оптические
и оптоэлектронные технологии - фотоника"

**Стратегическая программа
на 2015- 2025 г.**

Москва, январь 2015 г.

Настоящая Стратегическая программа разработана экспертами Технологической платформы «Фотоника» и Лазерной ассоциации. Утверждена Научно-техническим Советом Лазерной ассоциации 28 января 2015 г. и Секретариатом техплатформы «Фотоника» 4 февраля 2015 г.

Президент Лазерной ассоциации
Руководитель Секретариата
ТП «Фотоника»

И.Б.Ковш

Содержание

	Стр.
Вводная часть	Фотоника как отрасль хай-тека, динамика её развития в мире и России. Состав и структура техплатформы «Фотоника», задачи и содержание Стратегической программы. 4
Часть I.	Подпрограммы разработки и освоения технологий фотоники в основных областях ее применения. 14
I.1.	Лазерные технологии и методики в промышленности 14
I.2.	Фотоника в медицине и науках о жизни- 18
I.3.	Оптическая связь и телекоммуникации 26
I.4.	Лазерные информационные системы 26
I.5.	Оптико-электронные приборы и технологии 30
I.6.	Фотоэнергетика, солнечные батареи 33
I.7.	Фотоника в навигации и геодезии 35
I.8.	Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании 38
I.9.	Фотоника в научном приборостроении 40
I.10	Элементная база фотоники, оптическая метрология 42
Часть II.	Стратегия создания в стране системы подготовки кадров для обеспечения работ по фотонике и её применениям 44
Часть III.	Стратегия развития инфраструктуры фотоники как отрасли и создания условий для широкого практического освоения лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий. 52
Заключение.	56
Приложение.	Проекты НИОКР, включённые в Программу по тематикам рабочих групп 59

Вводная часть.

Фотоника как отрасль хай-тека, динамика её развития в мире и России.

Состав и структура техплатформы «Фотоника», задачи и содержание Стратегической программы.

Фотоника как отдельная отрасль хай-тека сложилась в последнее десятилетие в результате бурного развития работ по созданию и практическому освоению разнообразных методик, технологий и аппаратуры, использующих передачу энергии и/или информации потоком фотонов, и появлению массового спроса на соответствующее оборудование. Эти работы явились естественным продолжением многочисленных исследований по лазерам и взаимодействию лазерных пучков с веществом, которые широким фронтом велись в мире во 2-й половине XX века. В ходе этих исследований были накоплены новые знания о световых пучках, возможностях управления их характеристиками и преобразования их энергии в другие виды энергии, получили мощное развитие такие научно-технические направления как квантовая электроника, нелинейная оптика, волоконная оптика, квантовая оптика, физика и техника лазерной плазмы, передача информации по лазерному лучу, лазерно-индуцированные термомеханические процессы, лазерная химия и многие другие, были разработаны разнообразные источники световых пучков.

Термин «фотоника» объединил все эти научно-технические направления.



"электроника" \longleftrightarrow электричество, электроны

"фотоника" \longleftrightarrow свет, фотоны

Именно с фотоникой связывают сегодня западные эксперты возможность решения многих стоящих перед человечеством проблем в области энергетики, здравоохранения, охраны окружающей среды, информационного обеспечения, промышленного производства, обеспечения безопасности. Развитые государства предпринимают активные усилия для ускоренного развития фотоники как отрасли хай-тека. Примером может служить Евросоюз где фотоника признана одной из 6 ключевых технологий сегодняшнего дня («key enabling technologies»). В Европейской Комиссии 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 объемов производства фотоники в ЕС в последние 5 лет составляют 8% - несмотря на рецессию экономики – а годовой объем производства продукции фотоники достиг в 2011 г. 60 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 2010 г. – около 540 млн. долл. через агентство DARPA и 960 млн. долл. – в виде грантов Национального института здоровья), что позволяет США сохранять лидирующие позиции в этой отрасли – и в плане научных исследований, и на рынке. Сегодняшнюю роль фотоники в США иллюстрирует такой, например, факт. Среди 50 важнейших американских изобретений 2011 года, отобранных экспертами США, 12 основаны на лазерно-оптических технологиях.

В Китае действует специальная государственная целевая программа, приведшая к созданию за 12 лет около 5 тыс. предприятий лазерно-оптической специализации и росту объема производства продукции фотоники в КНР в среднем на 25 – 30% в год в 2000-2012г.г. (в 2012 г. – около 63 млрд. долл) Главными направлениями развития фотоники здесь являются телекоммуникации и информатика (в частности, на Китай приходится сегодня 60% мирового объема производства оптоволокон), 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.

К числу стран, целенаправленно и весьма активно развивающих свою фотонику, относятся также Япония, Южная Корея, Тайвань, Турция, Канада, Мексика, Малайзия.

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

- Внедрение лазерно-оптических технологий ранней диагностики заболеваний и малоинвазивного лечения позволяет заметно сократить продолжительность госпитализации больных, увеличить эффективность лекарственного лечения. Согласно оценкам японских экспертов, это сокращает расходы страны на лечение на 20%, годовой экономический эффект в мире – не менее 400 млрд. долл. (затраты на здравоохранение только в США в 2004 г. составили 1,8 трилл. долл., а в Германии – 250 млрд. долл.). Неудивительно, что рынок медицинской фотоники в 2010 г. составил 20,4 млрд. долл. и на 2015 прогнозируется около 40 млрд. долл.
- На освещение сегодня тратится 10-15% всего мирового производства электроэнергии, в денежном выражении – около 325 млрд. долл. 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, которая к 2015 г. должна иметь эффективность около 150 лм/Вт, позволит снизить энергозатраты на освещение не менее, чем на 30%, а к 2025 г. – 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.
- 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 – 2005 г.г. выпуск производственного оборудования фотоники на 1 млн. долл. обеспечивает производство инновационной продукции для конечного пользователя на 1 млрд. долл. (мобильные телефоны, цифровые камеры, автомобили с кузовом из алюминиевых сплавов и т.д.) – таково сегодняшнее значение фотоники для промышленности.

Мировой рынок фотоники составляет сегодня около 500 млрд. долл в год, темпы его роста – 7 - 8% в год.

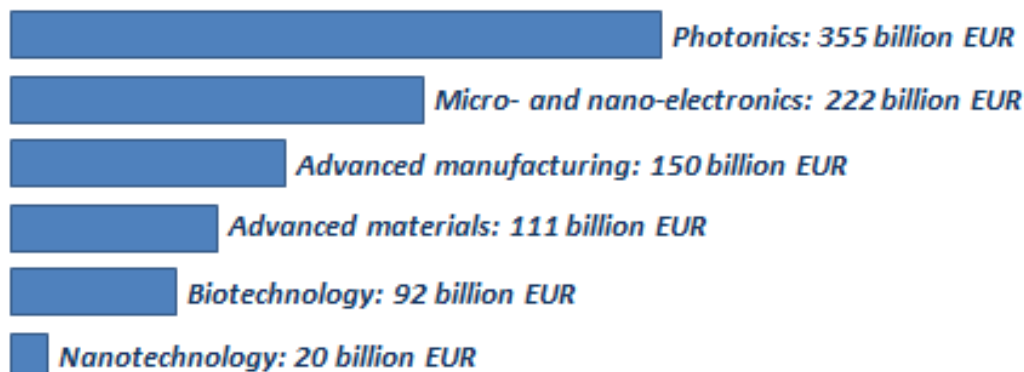
Ключевые данные по мировому рынку фотоники



Фотоника, по мнению экспертов Еврокомиссии, стала сегодня синонимом современной технологически развитой Европы, одним из главных локомотивов инновационного развития мировой экономики. Статистика рынков хай-тека подтверждает это заключение (данные Европейского консорциума индустрии фотоники – EPIC).

Photonics is of economic importance

The global market volume in KETs-based products (Key Enabling Technologies) is expected to be worth 950 billion EUR by 2015.



Photonics in Europe

5000 companies develop and rely on photonics technologies

377.000 direct jobs in engineering, software, design, and business management

40 clusters and associations support this dynamic ecosystem

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 фотоники, ведущих исследования и создающих оборудование и технологии. В общей сложности в России насчитывается около 850 таких организаций, в т.ч. более 80 академических институтов и научных центров (РАН и РАМН), около 150 ВУЗов и научно-технических центров при ВУЗах, около 100 отраслевых НИИ, КБ и НПО, около 60 производственных объединений и крупных предприятий, более 120 медицинских учреждений и не менее 320 малых предприятий. По территории страны они распределены весьма неравномерно. Центрами максимальной концентрации организаций и предприятий отрасли являются Москва, С.Петербург, Московская область, Новосибирск и Поволжье.

Около 200 организаций являются производителями лазерной, оптической и оптоэлектронной продукции. 70% таких организаций – малые предприятия.

В частности, в 2014 г. отечественные производители предлагали рынку:

- более 1000 моделей источников лазерного излучения
- 230 моделей лазерного технологического оборудования
- 280 моделей лазерных медицинских аппаратов и лазеров

180 моделей лазерно-оптических приборов для технических измерений и диагностики, экологического контроля, а также большое разнообразие оптических элементов и узлов различного назначения (их производят более 60 отечественных предприятий).

Обладая большим научно-промышленным потенциалом в области фотоники, Россия, к сожалению, существенно уступает развитым странам по масштабам практического ее использования, что наносит стране заметный экономический ущерб и замедляет её модернизацию.

По инициативе Лазерной ассоциации и Оптического холдинга ГК "Ростехнологии" в России в 2011 г. была организована Технологическая платформа "Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника". В ее состав вошли около 150 организаций из 30 регионов страны, в т.ч. все ведущие промышленные, научные и учебные центры отечественной лазерно-оптической отрасли. Решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 01.04.2011 (протокол №2) координатором этой технологической платформы определена Лазерная ассоциация.

Техплатформа включает 11 рабочих групп:

РГ 1. Элементная база фотоники (34 организации)

- оптические материалы, компоненты и узлы
- волоконные световоды, волоконно-оптические компоненты и устройства
- лазерные источники излучения
- оптоэлектроника – элементы и узлы
- подготовка кадров разработчиков

Организация – координатор: ОАО «ГОИ им. С.И.Вавилова»

РГ 2. Контроль оптического излучения (5 организаций)

- приёмники излучения, сенсоры
- технологии фоточувствительных структур и материалов
- новые методы регистрации излучения
- оптическая метрология
- подготовка кадров разработчиков

Организация – координатор: ОАО «НПО «Орион»

РГ 3. Лазерные технологии и методики в промышленности (37 организаций)

- макрообработка, аддитивные технологии
- микрообработка
- технические измерения и диагностика
- подготовка кадров пользователей

Организация – координатор: ОАО «ЦТСС»

РГ 4. Фотоника в медицине и науках о жизни (21 организация)

- приборы для диагностики заболеваний
- аппаратура для лечения человека
- аппаратура биофотоники
- подготовка кадров медработников, умеющих пользоваться аппаратурой фотоники

Организация – координатор: ИОФ им. А.М.Прохорова РАН

РГ 5. Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании (20 организаций)

- растениеводство
- животноводство
- хранение и переработка с/х продукции
- ремонт сельхозтехники
- мониторинг рельефов, акваторий и насаждений
- подготовка кадров специалистов сельского хозяйства, умеющих пользоваться аппаратурой фотоники

Организация – координатор: МичГАУ

РГ 6. Лазерные информационные системы (12 организаций)

- оптическая память
- техническое зрение, дисплеи
- дальнометрия, оптическая локация
- лидары, контроль газовых примесей
- радиофотоника
- подготовка кадров пользователей

Организация – координатор: ОАО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха»

РГ 7. Оптическая связь и телекоммуникации (6 организаций)

- ВОЛС и её комплектующие
- оптическая связь в компьютерных системах
- связь по открытому лучу
- подготовка кадров разработчиков

Организация – координатор: ОАО «Ростелеком»

РГ 8. Применения оптико-электронных технологий (33 организации)

- системы дистанционного зондирования
- охранные системы
- подготовка кадров разработчиков

Организация – координатор: МИИГАиК

РГ 9. Фотоника в навигации и геодезии (5 организаций)

Организация – координатор: ОАО «НПК «СПП»

РГ 10. Фотонные нанотехнологии, лазерные диоды и светодиоды (27 организаций)

Организация – координатор: ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН

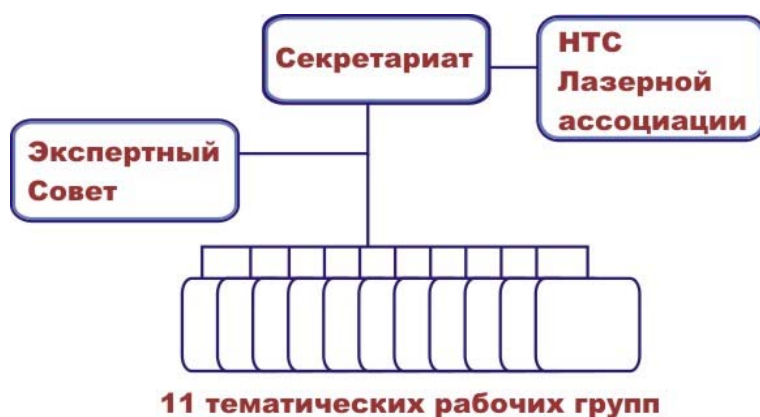
РГ 11. Фотоника в научных исследованиях (21 организация)

- научное приборостроение
- подготовка кадров разработчиков

Организация – координатор: НТЦ УП РАН

(примечание: некоторые организации участвуют более чем в одной РГ)

Структура технологической платформы "Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника"



- Секретариат** – постоянно действующий организационно-методический орган, обеспечивающий текущую работу ТП. Обобщает предложения рабочих групп, взаимодействует с ФОИВ.
- Тематические рабочие группы** – основные рабочие элементы ТП. Формируются из представителей организаций-участников ТП с условием равного представительства науки и бизнеса. Готовят предложения по стратегической программе исследований, практическому освоению разработанных технологий, совершенствованию нормативной и законодательной базы.
- Экспертный совет** – эксперты по всем тематикам ТП. Проводит первоначальную оценку предлагаемых проектов и программ, делегирует экспертов по запросам бизнеса и властных структур.

Важнейшим документом каждой российской техплатформы является её Стратегическая программа. Предварительная версия Стратегической программы ТП «Фотоника» была составлена в конце 2011 г., но после утверждения Правительством Российской Федерации в июле 2013 г. «дорожной карты» развития фотоники в стране эта Программа потребовала корректировки. Ниже излагается новая, осовремененная версия Стратегической программы техплатформы «Фотоника», рассчитанная на период 2015-2025 г.г. Предполагается, что она тоже будет корректироваться и обновляться не реже, чем раз в 2 года.

Стратегическая программа составлена в соответствии с методическими рекомендациями Межведомственной комиссии по технологическому развитию президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 30 октября 2014г. (протокол №36-Д19). Ее содержательная часть, включенные в нее проекты НИОКР и мероприятия по

практическому освоению технологий фотоники в стране, отвечают, естественно, целям и задачам, определенным «дорожной картой» развития фотоники в России (РП № 1305-р от 24.07.2013 г.)

Реализация этой «дорожной карты» должна ускорить развитие фотоники как отрасли высоких технологий, являющейся базовой для современного развития телекоммуникаций, систем регистрации, хранения, обработки и отображения информации, обработки и диагностики изделий в машиностроении, изготовления и контроля элементов микро- и нанoeлектроники, создания принципиально новых производственных технологий, развития медицины, светотехники, солнечной энергетики, экологического мониторинга, а также создания современных систем контроля пространства, целеуказания и точного поведения, навигации и связи в условиях помех и защиты объектов.

Реализация мероприятий, предусмотренных «дорожной картой», позволит скорректировать действия в поддержку отрасли и создать условия для широкого внедрения высокоэффективных технологий фотоники во многие отрасли отечественной промышленности и другие области экономики.

Целями «дорожной карты» и, соответственно, Стратегической программы являются:

- развитие внутреннего спроса на технологии и оборудование фотоники и расширение экспорта этой наукоемкой продукции;
- увеличение объемов производства продукции фотоники в Российской Федерации и глубокое освоение технологий фотоники в различных областях деятельности
- создание новых высокотехнологичных рабочих мест;
- расширение географии распространения технологий фотоники в Российской Федерации;
- консолидация и активизация научно-исследовательской и инновационной деятельности в области фотоники;
- организация подготовки специалистов, умеющих использовать технологии фотоники в различных отраслях промышленности;
- создание системы оснащенных современным оборудованием региональных и отраслевых центров компетенции, сочетающих демонстрационную, консультативную и организационно-методическую деятельность, помогающих предприятиям региона (подотрасли) осваивать лазерно-оптические и оптоэлектронные технологии;
-

Стратегическая программа (далее –СП) состоит из трёх основных частей:

- подпрограммы разработки и освоения технологий и оборудования фотоники для основных областей её использования,
- стратегия создания в стране системы подготовки кадров для обеспечения работ по фотонике и её применениям,
- стратегия развития инфраструктуры фотоники как отрасли и создания условий для широкого практического освоения лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий.

При составлении СП выделены следующие – соответствующие общим темпам развития современной фотоники – периоды времени:

- 1) До 2017 г. – краткосрочный период. В течение этого периода необходимо выполнить наиболее неотложные и дающие немедленный эффект инфраструктурные и технические проекты, нацеленные на обеспечение страны современной элементной базой фотоники, повышение инновационной активности, гибкости и конкурентоспособности отечественной обрабатывающей промышленности в результате широкого использования лазерно-оптического и оптоэлектронного оборудования, на массовое освоение фотоники в отечественном здравоохранении, сельском хозяйстве, системах связи, на транспорте и в других отраслях с существенным повышением их технических и экономических возможностей, производительности труда, экономической безопасности. В этот же период необходимо создать в стране эффективную систему координации работ по фотонике и контроля её результатов.
- 2) До 2020 г. – среднесрочный период. За 5 лет необходимо добиться развития лазерно-оптической отрасли России до уровня доминирования на внутреннем рынке, а также обеспечения всех потребностей российского ОПК в части фотоники, включая импортозамещение, нужно существенно увеличить экспорт фотоники, создав для этого систему его стимулирования.
- 3) До 2025 г. – долгосрочный период, к концу которого нужно обеспечить превращение российской фотоники в отрасль, стимулирующую инновации в реальном секторе экономики, привлекательную для инвесторов, пользующуюся вниманием и поддержкой государства и бизнеса. За это же время необходимо создать в отрасли научно-технологический задел, обеспечивающий её устойчивое развитие и равноправное участие в мировом научно-техническом сообществе.

Часть I. Подпрограммы разработки и освоения технологий фотоники в основных областях ее применения.

Благодаря своей высокой эффективности, универсальности, экологической безопасности технологии фотоники получили широчайшее распространение, они, как уже отмечалось выше, используются практически во всех областях человеческой деятельности, во всех отраслях промышленности – процесс их быстрого освоения подобен электрификации в начале прошлого века, которая коренным образом изменила технологический уклад. Сейчас наблюдается сходная ситуация, но в различных отраслях экономики темпы освоения фотоники, естественно, разные, и потому стратегические программы работ по фотонике и её практическим применениям в каждой из основных на сегодняшний день областей её использования тоже должны быть разными. В связи с этим первая часть СП составлена как набор тематических подпрограмм. Сначала рассмотрены основные области освоения технологий фотоники и нужное для реализации этих технологий оборудование, затем – элементная база, необходимая для изготовления указанного оборудования и обеспечения его практического использования.

В каждой подпрограмме последовательно рассмотрены тенденции развития разработок и формирования рынков в соответствующем секторе фотоники или ее применений, выделены наиболее перспективные на сегодняшний день направления работ, указаны лидирующие в них отечественные организации, приведены примеры проектов, которые нужно реализовать в этом тематическом секторе в России, отмечены важнейшие мероприятия по коммерциализации разработок и содействию широкому практическому освоению разработанных технологий. Подробные перечни проектов НИОКР, включенных в Стратегическую программу, вынесены в Приложение, где они представлены в табличном виде.

I.1. Лазерные технологии и методики в промышленности

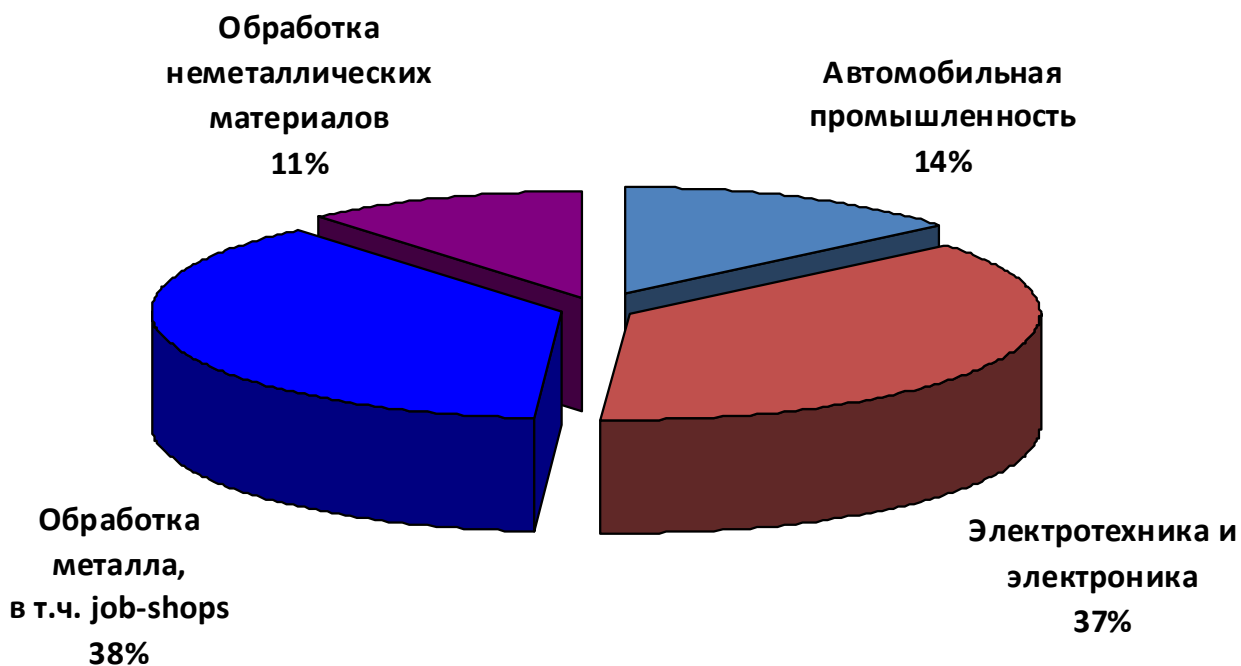
Лазерная техника играет центральную роль в происходящих в последнее время в мире изменениях технологического уклада, которые связаны с резким повышением гибкости и мобильности производства, энергоэффективностью, снижением издержек и, одновременно, выходом на новый уровень качества продукции. Степень развития и темпы освоения лазерных технологий в любой стране однозначно отражают мощь, статус и технологическое положение данной страны на мировом рынке.

При этом потенциалом, позволяющим разрабатывать и производить современные лазерные технологические системы, обладает не более десятка стран. К их числу относится и Россия.

Применение лазерных технологий в машиностроении очень разнообразно. Это сварка, термоупрочнение, легирование и наплавка, резка, раскрой материалов, маркировка и гравировка, прецизионная микросварка электронных компонентов, функциональная подгонка компонент микроэлектроники, микрорезка, прошивка и реструктурирование материалов радио- и микроэлектроники, медицинской техники (полупроводников, кристаллов, керамики и биоорганики), структурирование тонкопленочных изделий. Лазерно-оптические методы бесконтактных измерений и диагностики, техническое зрение играют очень большую роль в организации современных автоматизированных производств. С помощью лазеров в ряде направлений достигнуты такие технические и экономические результаты, которые нельзя реализовать другими средствами. Во многих случаях лучевые технологии не имеют конкурентов. Впечатляющий прогресс, достигнутый в производстве современных электронных и радиоэлектронных приборов, устройств и компонентов за последние 10-15 лет в значительной степени связан с активным внедрением лазерных технологий. В цикле производства практически любого современного электронного прибора (от МЭМС-устройств до сотовых телефонов, дисплеев, фотоэлектронных устройств или например навигационных приборов) в настоящее время используется от 3 до 15 лазерных операций, начиная с уже ставших традиционными маркировки, подгонки и микросварки до новейших технологий лазерной микрообработки при производстве электронной компонентной базы, микроэлектромеханических устройств и СВЧ-компонент.

Но, к сожалению, их использует лишь небольшая доля отечественных машиностроительных предприятий, и то далеко не в полной мере.

Мировой рынок лазерных технологических систем развивается очень высокими темпами (удвоение объема продаж каждые 5 лет). По данным европейских экспертов, каждый 4-й металлообрабатывающий станок, выпускаемый сегодня в развитых странах – это лазерный станок. Основные сегменты сегодняшнего мирового рынка лазерных технологических установок показаны на рис. Суммарно объем этого рынка в 2010г. составил 5,9 млрд долл, на 2015-й прогнозируется не менее 7,5 – 8 млрд долл.



Доля России в этом рынке в последние годы не превосходит 1%.

В разделе последовательно рассмотрены лазерные технологические системы отечественного производства и их рынки в России, проблемы развития таких систем, дан прогноз совершенствования лазерных станков и реализуемых ими технологий на период до 2025г., определены производства, критические важные для создания отечественного конкурентоспособного лазерного оборудования («критические технологии»), перечислены задачи, которые стоят перед российскими создателями лазерного технологического оборудования:

- в краткосрочный период (не более 3-4 лет) реализовать проекты, направленные на решение конечных задач, ориентированных на конкретного потребителя, включая разработку технологий и оборудования, основанных на использовании существующих источников лазерного излучения и доступной оптико-электронной элементной базы и материалов; решить вопросы подготовки и переподготовки кадров;

К краткосрочным задачам можно отнести проекты, связанные с разработкой для конкретных производственных задач лазерных технологических процессов макро- и микрообработки материалов (резка, сварка, наплавка, очистка и обработка поверхности); измерений и систем слежения. Суммарная стоимость разработок составляет около 3,0 млрд. руб., из них не менее 60% должно составить бюджетное финансирование.

Острый дефицит квалифицированного персонала требует первоочередного решения вопроса подготовки и переподготовки кадров по направлениям промышленных лазерных технологий.

В этот же период необходимо организовать широкое информирование потенциальных пользователей лазерных технологий о существующей технике и её возможностях, о технико-экономических результатах, достигаемых при внедрении лазерных технологий и методик в производственные процессы, организовать помощь в таком внедрении. Для этого необходимо создать в стране систему региональных центров компетенции в части лазерных промышленных технологий – типа хорошо зарекомендовавших себя пяти лазерных инновационно-технологических центров, организованных в 2005-2012 г.г. Лазерной ассоциацией в сотрудничестве с немецкими партнёрами. Региональные центры, оснащённые современным оборудованием, должны стать базами и для подготовки кадров в регионах. Через эти центры необходимо внедрить в широкую практику высокоэффективную лазерную технологию локального упрочнения деталей – в массовом машиностроении, на транспорте, в ремонтных службах. Высокий экономический эффект, который будет при этом получен, будет стимулировать развитие работ и по другим лазерным технологиям.

- *в среднесрочный период (5-7 лет)* провести скоординированные между научными центрами поисковые и исследования и разработки, полученные результаты через участников технологической платформы «Фотоника», представляющих промышленные отрасли, внедрить в промышленность. Экспертная оценка стоимости необходимых разработок – не менее 30,0 млрд. руб.

Дальнейшее развитие отечественного машиностроения требует разработки принципиально новых подходов к созданию, эксплуатации, обслуживанию и ремонту деталей и конструкций. Прорывным проектом здесь должно стать широкое практическое освоение т.н. аддитивных технологий.

Системный подход к их созданию в интересах отечественных промышленных предприятий является необходимым условием создания новой технологической базы и разработки новых подходов к конструированию.

В области аддитивных технологий, необходимы создание опережающего научного задела, разработка компонентной базы для создания технологического оборудования и создание технологической базы для выращивания деталей различной конфигурации, а также внедрения в серийное производство энергоэффективных и ресурсосберегающих производственных технологий прямого лазерного выращивания.

Потенциальные преимущества использования технологий выращивания в машиностроении огромны.

Использование метода прямого лазерного выращивания деталей из порошковых материалов позволит:

- увеличить скорость изготовления деталей сложной формы;
- создать возможности для изготовления конструкций любой сложности из сталей, титановых и никелевых сплавов и других металлических материалов, в том числе с градиентными механическими и эксплуатационными характеристиками;
- уменьшить себестоимость сложных конструктивных элементов за счет повышения эффективности использования исходного сырья, автоматизации технологического процесса, снижения числа технологических операций.

Развитие и активное использование аддитивных технологий обеспечит ускорение темпов перехода производства на качественно новый уровень технического оснащения, соответствующий шестому технологическому укладу и позволяющий значительно снизить энергоемкость и материалоемкость производства, а также получать изделия с заранее заданными эксплуатационными характеристиками.

Работы по созданию и освоению аддитивных технологий в России необходимо выполнить на среднесрочном этапе настоящей Стратегической программы.

К среднесрочным разработкам также следует отнести создание новых источников лазерного излучения для технологических установок.

- *на долгосрочный период (10 и более лет)* нужно планировать межотраслевые проекты, связанные с решением инновационных задач, обеспечением безопасности и обороноспособности страны, а также поисковые исследования по проблематике производственных технологий на базе фотоники – такие исследования нужно вести постоянно.

За 7-10 лет следует решить задачу создания отечественного производства всего комплекса лазерных компонентов и источников лазерного излучения, оптико-электронной элементной базы и материалов, требующихся для удовлетворения отечественной промышленности лазерно-оптическими технологиями и методиками.

Здесь же приведены примеры НИОКР, которые нужно выполнить в рамках СП на кратко- и среднесрочном этапах.

I.2. Фотоника в медицине и науках о жизни

Целью реализации настоящей Стратегической программы в части подотрасли «Фотоника в медицине и науках о жизни» является перевод этой подотрасли на инновационную модель развития. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- развитие научно-производственного потенциала подотрасли до уровня, обеспечивающего разработку и выпуск конкурентоспособной на мировом рынке продукции;
- обеспечение выпуска отечественными предприятиями лазерно-оптической медицинской техники в объёме, соответствующем потребностям отечественного здравоохранения с учётом импортозамещения, и постоянный вывод на рынок инновационной продукции этого вида;
- технологическое перевооружение ведущих отечественных предприятий подотрасли, организация ими масштабного экспорта своей продукции;
- кадровое обеспечение отечественной медицинской промышленности и учреждений здравоохранения по направлениям тематической подотрасли.

Реализацию первоочередных мероприятий программы предлагается осуществить в 2015÷2020 годы, а основной задачей на 2020-2025 г.г. считать наращивание объёмов производства и использование в отечественном здравоохранении аппаратуры на основе фотоники. Мероприятия в рамках программы должны иметь сквозной характер обеспечивая непрерывность процессов исследования, разработки и внедрения.

На первом этапе (2015÷2018 годы) планируется в основном преодолеть существующее научно-техническое, технологическое и производственное отставание развития тематической подотрасли «Фотоника в медицине и науках о жизни». На этом этапе программы необходимо осуществить: ускоренное формирование научно-технологического задела для разработки импортозамещающих и инновационных образцов медицинской техники и новых медицинских технологий лечения и диагностики за счет выполнения проблемно ориентированных НИР и НИОКР, включая НИР по исследованию воздействия лазерного излучения на биологические объекты, доклинические и клинические испытания методик и технологий фотоники, создание как новых образцов техники, так и методов лечения и диагностики; технологическое перевооружение производства сложной медицинской техники, локализация выпуска медицинской техники и изделий медицинского назначения с использованием зарубежных технологий;

На втором этапе (2018÷2020 годы) предусматривается завершение перехода тематической отрасли экономики «Фотоника в медицине» на модель устойчивого

инновационного развития, обеспечение российского здравоохранения широким ассортиментом доступной и высокотехнологичной отечественной продукцией на основе оптоэлектронных технологий.

Развитие научно-технического потенциала

а). Развитие исследований и разработок, направленных на формирование опережающего научно-технического задела

Формирование перспективного научно-технологического задела является необходимым условием обеспечения модернизации и ускоренного технологического развития отрасли. При отсутствии системной государственной поддержки ситуация характеризуется консервацией нынешнего состояния в секторе исследований и разработок: сохранением низкого уровня использования результатов фундаментальных научных исследований в прикладных НИОКР; нарастанием разрыва между спросом на инновации со стороны потребителей и их предложением со стороны отечественного производителя.

В рамках этапа осуществляется финансирование исследований для создания научно-технологического задела, включая исследования с возможностью последующих прикладных приложений в области медицины, высокорисковые исследования, в перспективе определяющие принципиально новые возможности для применения оптоэлектронных технологий, исследования по перспективным направлениям развития фотоники в медицине. Проводимые исследования ограничиваются начальными стадиями инновационного цикла и направлены на увеличение объема знаний по отдельным проблемам для определения направлений создания научно-технологического задела, разработки технических заданий на выполнение прикладных исследований.

Цель мероприятия: формирование опережающего научно-технологического задела для выполнения прикладных исследований; создание системы поддержки научных исследований на начальной стадии, включая высокорисковые проекты, для получения прорывных научных результатов.

Формирование тематик: осуществляется директивно и отбором инициативных предложений.

Тип инициатора: представители научного сообщества, представители бизнес - сообщества, технологические платформы.

Размер проектов: финансирование проекта может составлять до 20 млн. руб. в год. Количество проектов: до 30 проектов.

Срок исполнения: 1-3 года. Срок исполнения многоэтапных проектов может составлять 5 лет.

Требования по привлечению внебюджетного софинансирования: либо не предъявляются, либо предъявляются в размере не более 10% от общего объема финансирования проекта.

Для проектов в рамках этого мероприятия должно быть характерно минимальное финансирование за счет внебюджетных средств. Это обусловлено выполнением в этом мероприятии исследований на докоммерческой стадии, характеризующихся высокими рисками и неопределенностью экономических показателей научно-технических результатов, что обуславливает невозможность точного планирования сроков их возможной коммерциализации. По указанным причинам поддержка исследований со стороны бизнеса на данной стадии затруднительна, а по отдельным направлениям, характеризующимся длительными сроками жизненного цикла продукции (например, в случае разработки новых технологий лечения с использованием разрабатываемых устройств), практически невозможна

Ожидаемые результаты: опережающий научно-технологический задел для выполнения прикладных исследований по приоритетным направлениям, проекты технических заданий на выполнение прикладных исследований и разработок, прорывные результаты – «открытия».

б). «Проведение прикладных исследований для обеспечения условий развития отрасли»

В рамках мероприятия осуществляется финансирование прикладных проблемно-ориентированных исследований, направленных на выполнение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ и промышленное внедрение результатов. Указанные исследования должны обеспечить создание условий для развития тематической отрасли. Финансируемые прикладные исследования выполняются с учетом прогнозирования развития, и ограничиваются разработкой и испытаниями демонстрационных или экспериментальных образцов продукции, разработкой рекомендаций по созданию технических нововведений.

Цель мероприятия: обеспечение инновационного развития тематической отрасли «Фотоника в медицине» за счет создания востребованного научно-технологического задела.

Формирование тематик: осуществляется директивно и посредством отбора инициативных предложений.

Тип инициатора: представители научного сообщества, бизнес-сообщества, технологических платформ, территориальных кластеров.

Размер проектов: финансирование проектов может составлять до 30 млн. руб. в год. Количество проектов – 10-15.

Срок исполнения: 2-3 года.

Требования по привлечению внебюджетного софинансирования: от 25% от общей суммы для выполняемых по инициативно сформированным тематикам, до 0% для проектов, выполняемых по директивно сформированным тематикам.

Ожидаемые результаты: научно-технологический задел по приоритетным направлениям, связанным с приоритетами развития отрасли, и рыночной перспективой.

в). «Разработка новых медицинских технологий диагностики и лечения»

В рамках мероприятия осуществляется финансирование работ по выполнению доклинических и клинических испытаний методов лечения и диагностики с использованием разработанных образцов новой медицинской техники. Проведение сравнительных анализов результатов лечения с использованием контрольных групп пациентов, анализ возможных осложнений и отработка методики применения даст возможность достоверной оценки эффективности предлагаемых методов и перспективы их применения в клинической практике. Разработка методики применения разработанных образцов медицинской техники повысит как безопасность внедрения в клиническую практику новых образцов медицинской техники, так и эффективность их использования.

Цель мероприятия: оценка эффективности и безопасности применения разработанных образцов медицинской техники

Формирование тематик осуществляется директивно и посредством отбора инициативных предложений.

Тип инициатора: представители научного сообщества, бизнес-сообщества, технологических платформ, территориальных кластеров.

Размер проектов: финансирование проектов может составлять до 30 млн. руб. в год, количество проектов – 5-8.

Срок исполнения: 1-2 года.

Требования по привлечению внебюджетного софинансирования: предъявляются требования по привлечению внебюджетного софинансирования – от 50% для проектов, выполняемых по инициативно сформированным тематикам, до 25% для проектов, выполняемых по директивно сформированным тематикам.

Ожидаемые результаты: наличие новой медицинской технологии лечения с использованием новых образцов медицинской техники.

Развитие инновационного потенциала

а). «Развитие материально-технической базы ведущих организаций, осуществляющих исследования и разработки в области создания медицинской техники и изделий медицинского назначения на основе технологий фотоники».

Предусматривается реконструкция и техническое перевооружение ведущих организаций подотрасли для создания на базе этих организаций (или их коопераций) центров превосходства в области разработки новых образцов медицинской техники, включающих научно-исследовательскую базу, образовательную базу, центры трансфера технологий, опытное промышленное производство.

Основными целями создания таких центров превосходства является: проведение взаимосвязанных поисковых и прикладных НИОКР по разработке новых образцов медицинской техники и новых медицинских технологий лечения и диагностики; организация процесса трансфера результатов НИОКР в инновации, участие в коммерциализации готовых технологий; создание инновационной образовательной инфраструктуры, в том числе, обеспечение функционирования научно-образовательных центров, научных школ, осуществление мероприятий по подготовке и переподготовке профессиональных кадров, обучение и повышение квалификации технического персонала; создание бизнес-инкубатора и опытного промышленного производства для взаимодействия с предприятиями коммерческого сектора.

Цель мероприятия: создание центров превосходства

Формирование тематик: осуществляется директивно и посредством отбора инициативных предложений.

Тип инициатора: ведущие научные и коммерческие организации, технологические платформы.

Количество проектов: 2 - 3

Срок исполнения: 2-3 года.

б). Освоение производства

Группа объединяет мероприятия, направленные на освоение производства инновационной диагностической и терапевтической медицинской техники на основе фотоники. Это отвечает тенденциям развития медицинских технологий, связанным с постоянным повышением точности и качества диагностики и снижением негативных последствий операционного вмешательства. В области производства это выражается в совершенствовании компонентов медицинской техники, автоматизации управления, совершенствовании программного обеспечения, применении при изготовлении продукции высокотехнологичных специализированных материалов и покрытий.

На основе разработанных технологий за счет внебюджетных средств будет организовано производство указанной медицинской продукции.

Предельная стоимость каждого проекта составляет 300 млн. рублей, из них 60% - бюджетные средства и 40% - внебюджетные, срок реализации каждого проекта - 3 года.

В рамках указанной группы предполагается реализовать не менее 3 проектов в каждом из нижеперечисленных мероприятий:

- разработка технологии и организация производства диагностических систем на базе технологий фотоники,
- разработка технологии и организация производства хирургических и терапевтических систем на базе технологий фотоники.

в). Развитие кадрового потенциала отрасли - организация и проведение курсов повышения квалификации для врачей клиницистов.

Обучение кадров сегодня осуществляется по стандартам, далеко не обеспечивающим достаточный уровень подготовки в части технологий фотоники в медицине. Современные программы обучения не сформированы. Система профессионального и последипломного образования в настоящее время не предлагает рынку специалистов в тематической области «Фотоника в медицине», знакомых с современной медицинской техникой и методами ее применения клинической практике. Ввиду отсутствия доступной информации о потребностях отрасли и мировых тенденциях в области современных лазерных технологий лечения и диагностики отсутствует системный подход к подготовке высококвалифицированных кадров, участвующих во всех сегментах деятельности отрасли (маркетинг, НИОКР, производство, эксплуатация, сервисное обслуживание) и способных эффективно решать задачи, стоящие на повестке сегодняшнего дня.

Во всех федеральных округах нужно организовать курсы повышения квалификации специалистов - типа действующих в настоящее время при МОНИКИ

На таких курсах нужно обучать курсантов-слушателей всем современным методикам лечения с использованием оборудования, относящегося к компетенции тематической подотрасли «Фотоника в медицине и науках о жизни». В рамках разрабатываемых курсов необходимо предусмотреть наличие разделов, касающихся основ взаимодействия излучения с биологическими тканями и обеспечивающих знакомство с образцами современной медицинской техники на основе лазерных и оптоэлектронных технологий.

Формирование тематик осуществляется директивно и посредством отбора инициативных предложений.

Тип инициатора: представители научного сообщества, бизнес-сообщества, технологические платформы, территориальные кластеры.

Размер проектов: финансирование проектов может составлять до 10 млн. руб.

Срок исполнения: 1 год.

Ожидаемые результаты: внедрение современных методик лечения с использованием технологий фотоники в клиническую практику.

г). Разработка рекомендаций по изменению государственного регулирования в области обращения медицинской техники

Необходимо выполнить разработку системы рекомендаций по:

- гармонизации промышленных стандартов и требований к выпускаемой продукции с международными нормами для изделий тематической отрасли;
- обеспечению унификации сроков и регламентных процедур регистрации отечественных и импортных медицинских изделий;
- обеспечению ускорения и удешевления для заявителя процедуры регистрации новых образцов медицинской техники и новых медицинских технологий лечения;
- разработке и совершенствованию критериев определения статуса российского товара для медицинской продукции и порядка его применения для обеспечения преференций российским производителям конкурентоспособной продукции при закупке медицинской техники для государственных или муниципальных нужд.

При Минздраве России необходимо организовать научно-техническую комиссию для оценки результатов, выполняемых с использованием бюджетных средств НИР и НИОКР в области «Фотоника в медицине и науках о жизни» и выдачи рекомендаций по дальнейшему финансированию и внедрению перспективных отечественных разработок.

д). Развитие системы демонстрации достижений и поддержки вывода на рынки продукции тематической отрасли

В рамках мероприятия необходимо предусмотреть выполнение следующих работ:

- обеспечение участия Российской Федерации в международных выставках, демонстрирующих достижения в области производства медицинской техники и изделий медицинского назначения, в т.ч., созданные по итогам реализации программы;
- обеспечение членства Российской Федерации в международных специализированных ассоциациях и профессиональных союзах;
- организацию в Российской Федерации выставок, демонстрирующих достижения в области медицинской техники и изделий медицинского назначения, в т.ч., созданных по итогам реализации настоящей программы;

- обеспечение проведения в Российской Федерации системы научно-практических конференций в научных областях, связанных с разработкой медицинской техники и изделий медицинского назначения и их применения в клинической практике.

В разделе даны 5 примеров НИОКР, предлагаемых к реализации в рамках техплатформы.

I.3. Оптическая связь и телекоммуникации (ОСиТК).

В течение последних двух десятилетий наблюдается непрерывное увеличение спроса на пропускную способность оптических сетей связи – благодаря развитию интернета и появлению большого числа приложений, требующих использования высокоскоростных линий связи. Рост сетевого трафика вызывает постоянное увеличение спроса на пропускную способность систем дальней связи. По оценкам аналитиков, к 2020 г. скорость передачи информации на одно соединение в опорных сетях связи наиболее развитых стран превысит 20 Тбит/с. Вследствие увеличения трафика потребность в магистральной емкости к 2015 году в РФ, по оценкам экспертов, увеличится с 3,7 до 27,4 Тбит/с. При этом пропускная способность существующих на рынке технических решений находится на уровне 8,8 Тбит/с.

Таким образом, уже на горизонте 2014-2017 годов становится актуальной разработка и серийное производство систем связи и соответствующего телекоммуникационного оборудования с пропускной способностью 20 Тбит/с и выше.

В разделе проанализированы перспективы совершенствования связи по открытому лазерному лучу и по волоконным линиям, отдельно рассмотрены возможности радиофотоники. Подробно рассмотрены отечественные достижения в области ОС и ТК и сегодняшние проблемы этой подотрасли. Здесь же проведен и обоснован выбор критических технологий фотоники для ОСиТК, дан прогноз развития до 2025г. оптической связи в России для двух сценариев – ускоренно-инновационного (при реализации заданий отраслевой «дорожной карты») и инерционного (при сложившихся тенденциях и темпах развития, в отсутствие целевого бюджетного финансирования).

I.4. Лазерные информационные системы

Информационные системы (ИС) на основе фотоники предназначены для приема и обработки информации в оптическом диапазоне волн. В частности, к ним относятся лазерные, оптические и оптоэлектронные системы обнаружения объектов и получения информации о них по отраженному излучению (лидарные и локационные или ладарные системы).

В последние годы в связи с бурным развитием новых материалов, соответствующей элементной базы и новых производственных технологий ИС начали эффективно применяться в различных отраслях науки, техники и промышленности, в том числе в экологическом мониторинге, для контроля транспортных средств и управления транспортом, в строительстве, военном деле и многих других областях. При этом необходимо отметить, что в ближайшей перспективе значительно увеличится область применения дистанционных измерительных приборов на основе фотоники.

Примерами ИС, быстро развивающихся в последние годы, являются:

1) **Охранные системы.** В нашей стране наибольшее распространение волоконно-оптические датчики получили в системах охраны периметра. Ранее основной упор делался на создание протяженных волоконно-оптических сенсоров с распределенной или интегральной чувствительностью, устанавливаемым на эластичных оградах. В настоящее время в мире наблюдается следующая тенденция: периметральные системы дополняются локальными волоконно-оптическими акселерометрами, устанавливаемыми непосредственно перед оградой, что обеспечивает раннее оповещение о приближении к ограде потенциального нарушителя. Таким образом наблюдается тенденция к усложнению волоконно-оптических охранных систем.

2) **Контрольно-измерительные системы для экстремальных условий окружающей среды.** Это бурно развивающееся на мировом рынке направление, в котором отмечается неуклонный рост продаж специальных волоконно-оптических датчиков, предназначенных для работы при очень высоких давлениях, температурах, высоком уровне радиации. Такие системы широко применяются в нефтегазовой промышленности, атомной энергетике. Потребность отечественной промышленности в таких системах очевидна, что нашло свое отражение в расширении номенклатуры волоконно-оптических датчиков для экстремальных условий окружающей среды на отечественном рынке.

3) **Системы мониторинга объектов ответственного назначения.** Относительно новое направление, в котором информационно-измерительные системы применяются для мониторинга состояния высотных зданий и сооружений, мостов, дамб, трубопроводов.

Как правило, объект мониторинга является крупномасштабными, поэтому доля волоконно-оптических датчиков в таких системах неуклонно растет, так как возможность создания протяженных (в том числе встраиваемых) сенсоров в сочетании с высокой помехозащищенностью делает волоконно-оптическую базу привлекательной для создания систем мониторинга. Обострение вопросов, связанных с обеспечением

безопасности эксплуатации объектов ответственного назначения, количество которых в России постоянно растет, стимулирует развитие данного направления.

4) **Комплексы дистанционной диагностики окружающей среды** (лидарные системы экологического мониторинга). Считается, что природоохранные технологии в перспективе будут наиболее востребованы на мировом рынке. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 1990 г. оценила мировой рынок экологических товаров и услуг в 200 млрд.дол. (в США в 1992 г. было произведено природоохранного оборудования на 80 млрд.дол., в Японии – на 30 млрд., в Германии – на 27 млрд.дол.), а в 2000 г. – уже в 300 млрд.дол. В настоящее время в мире продукции природоохранного назначения (по неполным данным) производится более чем на 700 млрд. дол. в год, при этом 30% от этой суммы приходится на продукцию водоохранного назначения.

5) **Лазерные локационные системы, позволяющие отображать 3-D картину – лидары.** Лидар является информационно - измерительной оптико-электронной системой нового поколения. Регистрация высокоинформативного трехмерного изображения создает новые возможности для лазерных систем: позволяет обнаруживать и распознавать трудно различимые объекты, наблюдать через дым и огонь, преодолеть камуфляж, осуществлять навигацию автономных наземных средств и беспилотных летательных аппаратов, выполнять картографирование местности и т.д.

Россия обладает большим научно-техническим заделом в области лазерных информационных и управляющих систем (ЛИУС) – в результате многолетней интенсивной работы по заказам ВПК и наличия мощных научных школ – но сколько-нибудь массового производства этой техники нет.

Разработки высокого уровня имеются в России во всех секторах ЛИУС.

В качестве примеров последовательно рассмотрены созданные в стране комплексы периметровых средств обнаружения и оптоволоконные системы виброакустического мониторинга, флуоресцентные лидары для дистанционного мониторинга, подробно проанализировано состояние дел и перспективы развития в части лазерных гироскопов. В качестве приоритетных для России направлений развития лазерных информационно-измерительных систем выделены следующие:

1. Направление, связанное с разработкой лазерных систем дистанционной диагностики (экологического мониторинга - лидаров) окружающей среды, в том числе:
 - a. систем спутникового и наземного мониторинга атмосферы;
 - b. технологий автоматизации систем экологического мониторинга;

- с. систем мониторинга экологического состояния акваторий, включая организацию системы раннего обнаружения аварийных разливов и технологических утечек нефти в зоне ее добычи и транспортировки (том числе, в ледовых условиях функционирования морской ледостойкой стационарной платформы).
2. Разработка лазерных систем отображения трехмерного пространства и трехмерной формы объекта наблюдения, в том числе:
- а. многофункционального бортового радара;
 - б. технологии лазерных систем технического зрения и соответствующей аппаратуры;
 - с. наблюдательных и измерительных приборов на основе лазерных 3D технологий.
3. Развитие лазерных измерительно-диагностических и навигационных систем, в том числе:
- а. разработка малогабаритных лазерных дальномеров с полупроводниковой накачкой для размещения на дистанционно-управляемых наземных и воздушных объектах;
 - б. разработка и производство волоконно-оптических комплексов передачи информации с бортовых систем ракетно-космической техники;
 - с. разработка и производство компонентной базы и на ее основе фотоприемных модулей высокой степени интеграции для приемных каналов лазерных дальномеров и каналов оптико-электронных комплексов;
 - д. разработка полупроводниковых передающих и приемных оптоэлектронных модулей одночастотных лазерных излучателей, в том числе квантово-каскадных и с распределенной обратной связью, для космических стандартов частоты, систем оперативного обнаружения наркотических и взрывчатых веществ;
 - е. развитие работ по лазерной гироскопии, в том числе разработка ключевых материалов, оптоэлектронных компонентов и технологий производства магнитооптических Зеемановских лазерных гироскопов (гироскомпасов) и инерциального измерительного блока на их основе.

В разделе указаны целевые ориентиры, показатели и индикаторы развития подотрасли «лазерные информационные системы» на кратко– и среднесрочную перспективу для секторов:

- развитие на основе фотонных технологий систем мониторинга экологического состояния акваторий, включая организацию системы раннего обнаружения аварийных разливов и технологических утечек нефти в зоне ее добычи и транспортировки
- развитие на основе фотонных технологий систем мониторинга атмосферы
- развитие лазерных систем навигации, целеуказания, дально- и скоростеметрии, сбора информации и инфравидения.

В разделе приведены примеры проектов, которые следует выполнить для достижения указанных ориентиров, перечислены ожидаемые от реализации СП этой подотрасли результаты и указаны социально-экономические задачи, которые должны быть решены за счет этих результатов.

I.5. Оптико-электронные приборы и технологии

Оптико-электронное оборудование объединяет в себя оптический прибор и электронную регистрацию полученных в таком приборе изображений с дальнейшей опять-таки электронной обработкой этой информации.

Примерами таких систем являются приборы ночного видения, панорамные системы контроля пространства, цифровые фотоаппараты и др. По своим функциям и возможностям использования оптико-электронные системы (ОЭС) близки к лазерным информационно-управляющим системам, между ними трудно провести четкую границу. Например, лазерные локаторы специалисты относят и к ЛИУС, и к ОЭС.

В отсутствие согласованной трактовки ряда терминов в такой быстро развивающейся области как фотоника иногда имеет место существенное расширение понятия «оптико-электронное оборудование» с включением в него и всей лазерной техники, и оптоэлектроники. В настоящем тексте мы будем придерживаться корректной трактовки – без расширения понятия.

Ключевыми элементами любой ОЭС являются собственно оптическая система и фотоприемное устройство, регистрирующее оптический сигнал. Соответственно, качество оптических материалов и элементов и технические возможности фотоприемников являются определяющими для этой подотрасли фотоники.

Стабилизация экономики, начавшаяся после 2000 г., позволила большинству предприятий подотрасли, за счёт собственных и федеральных средств, существенно обновить парк производственного оборудования, пополнив его самыми современными станками и универсальными обрабатывающими центрами с числовым программным управлением.

Однако это не привело к повышению качества деталей и снижению трудоёмкости их изготовления, а дало совершенно противоположный результат, так как данное

оборудование способно дать количественный, качественный и экономический результат только при использовании специальных конструкторских и технологических решений, каждое из которых адаптировано под конкретный тип оборудования. А специалистов обладающих техническими навыками по разработке таких решений и их внедрению в производство, на предприятиях отрасли в настоящее время нет. Типовые технологические процессы и принципиальные варианты конструкторских решений, используемые в настоящее время на оптических предприятиях России, внедрены в производство ещё в 60-х г.г. XX века.

К сожалению, при обновлении не было учтено то, что технический уровень и экономическая ситуация в научно-исследовательских организациях и на предприятиях отрасли России и стран СНГ в значительной степени отличается от ситуации аналогичных европейских предприятий и научно-исследовательских центров, так как предприятия и научно-исследовательские организации России не имея отечественных высококачественных приёмников излучения (CCD и CMOS матрицы), электронных систем предварительной обработки информации (имидж-процессор), вынуждены проектировать и выпускать оптико-электронные приборы и системы на базе морально устаревших комплектующих китайского производства, закупая их по завышенным ценам.

Естественно, что разработать продукцию, конкурентоспособную не только на мировом, но и на внутреннем рынке, на базе таких комплектующих невозможно.

В России и странах СНГ в связи с распадом СССР и прекращением госбюджетного финансирования были приостановлены или прекращены все проводившиеся работы по разработке новых оптических материалов, полимерных корпусных материалов для нужд оптико-электронной промышленности, электронных комплектующих и т.д., позволяющих существенно улучшить технические, весогабаритные, экономические и эксплуатационные характеристики продукции.

Но бюджетное инвестирование необходимо, так как в сложившейся экономической ситуации ни одно из предприятий и ни одна из научно-исследовательских организаций отрасли не имеет возможности выделить из собственных средств даже одну сотую часть необходимого для выполнения данных работ финансирования, а дробление работ по исполнителям и срокам приведёт только к увеличению отставания отрасли от мирового уровня.

При этом следует подчеркнуть, что без оптико-электронной продукции, являющейся стратегической для любого развитого государства в современном мире,

невозможно развитие практически всех отраслей науки и промышленности, сельского хозяйства, строительства, энергетики и т.д., не говоря уже об оборонных задачах.

Целью реализации настоящего раздела стратегической программы должен быть переход оптического приборостроения на инновационную модель развития. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- создание научно-исследовательского потенциала для выпуска конкурентоспособной на мировом рынке продукции;
- технологическое перевооружение передовых отечественных предприятий отрасли, организация ими масштабного экспорта своей продукции;
- выпуск отечественными предприятиями отрасли широкой номенклатуры оптико-электронного оборудования в объеме, соответствующем спросу экономики с учетом импортозамещения, постоянный вывод на рынок инновационной продукции этого вида;
- кадровое обеспечение оптической промышленности по направлениям оптико-электронного приборостроения.

Реализацию программы предлагается осуществить в 2015÷2020 годы. Мероприятия в рамках программы должны иметь сквозной характер, обеспечивая непрерывную последовательность процессов исследования, разработки и внедрения.

На первом этапе (2015÷2018 годы) планируется в основном преодолеть существующее научно-техническое, технологическое и производственное отставание развития отрасли. На этом этапе программы необходимо осуществить: ускоренное формирование научно-технологического задела для разработки импортозамещающих и инновационных образцов оптико-электронных комплексов и новых технологий за счет выполнения масштабных НИР и НИОКР, по созданию новых образцов техники, так и методов технологического перевооружения производства, техники, разработки оригинальных конструктивных решений и методов обработки результатов зондирования.

На втором этапе (2018÷2020 годы) предусматривается завершение перехода тематической подотрасли на модель устойчивого инновационного развития, обеспечение российского приборного рынка широким ассортиментом доступной и высокотехнологичной отечественной оптико-электронной продукцией.

В перечень главных направлений развития подотрасли экспертами включено 7 таких направлений, для каждого из них указаны цели и приведены примеры проектов, которые следует реализовать.

I.6. Фотоэнергетика, солнечные батареи

Широкое практическое использование солнечных батарей для энергетических целей началось с запуском в 1958 году искусственных спутников Земли – советского "Спутник-3" и американского "Авангард-1". С этого времени и по сей день полупроводниковые солнечные батареи являются основными источниками энергоснабжения космических аппаратов и получают все большие применения на Земле.

Значение солнечной энергетики для мировой экономики определяют следующие факторы:

- запасы нефти и газа постепенно истощаются, и солнечное электричество должно компенсировать их уменьшающуюся добычу;
- увеличивающийся выброс двуокиси углерода в атмосферу требует ускоренного развития экологически чистой солнечной энергетики для снижения загрязнения окружающей среды;
- внедрение фотоэнергетики позволяет демонополизировать и децентрализовать рынок электроэнергетики, обеспечивая эффективную конкуренцию и поддержку независимых производителей энергии;
- уже сегодня фотоэнергетика стала экономически рентабельной для ряда применений, например, для обеспечения электроэнергией автономных потребителей и для низковольтного электрообеспечения (дежурное освещение, датчики, сенсоры и др.).

Известно, что каждый год в мире потребляется столько нефти, сколько ее образуется в природных условиях за 2 млн. лет. Гигантские темпы потребления невозобновляемых энергоресурсов по относительно низким ценам, которые не выражают их реальную стоимость, по существу означают жизнь в займы, кредиты у будущих поколений, которым не будет доступна энергия по такой низкой цене. Другая составляющая стоимости энергии, которая распределяется на все общество и не включается в тарифы за энергию, связана с загрязнением окружающей среды энергетическими установками.

Выбросы тепловых электростанций состоят, в основном, из углекислого газа, который ответственен за тепличный эффект и изменение климата и, например, приводит к засухе в районах производства зерна и картофеля. Другие выбросы включают окислы серы и азота, которые в атмосфере превращаются в серную и азотную кислоты и возвращаются на землю со снегом или в виде кислотных дождей. Повышенная кислотность воды приводит к снижению плодородия почвы, уменьшению рыбных запасов и засыханию лесов, повреждению строительных конструкций и зданий. Токсичные тяжелые металлы, такие как кадмий, ртуть, свинец, могут растворяться кислотами и попадать в питьевую воду и сельскохозяйственные

продукты. Экспертные оценки прямых социальных затрат, связанных с вредным воздействием электростанций, включая болезни и снижение продолжительности жизни людей, оплату медицинского обслуживания, потери на производстве, снижение урожая, восстановление лесов и ремонт зданий в результате загрязнения воздуха, воды и почвы дают величину, добавляющую около 75% к мировым ценам на топливо и энергию. Если учесть эти скрытые сейчас затраты в тарифах на энергию, то большинство новых технологий возобновляемой энергетики становится конкурентноспособными с существующими технологиями. Сегодня ни у кого не вызывает сомнения, что именно солнечной энергетике принадлежит будущее.

Энергетический кризис середины 70-х годов заставил практически все развитые страны мира активно включиться в решение проблемы использования нетрадиционных возобновляемых, экологически более приемлемых источников энергии. В большинстве этих стран сегодня существуют национальные программы развития энергетики, предусматривающие рост доли нетрадиционных энергоисточников с 0,1-1,0 % в среднем до 3-5%, а в отдельных странах - даже до 15% и более в топливно-энергетическом балансе в течение 10-15 ближайших лет.

Развитие малой нетрадиционной энергетики поддерживается населением, сторонниками «зеленых партий», региональными руководителями, активно финансируется, пользуется налоговыми и правовыми льготами. В большинстве европейских стран приняты государственные законы, стимулирующие развитие возобновляемой энергетики. Это так называемые законы “Feed-in-Tariff”, в соответствии с которыми государство гарантирует покупку по увеличенным тарифам электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников. Например, в ряде стран электроэнергия, получаемая с помощью солнечных батарей, покупается по цене 0,3-0,4 евро за 1 кВт·час, заметно превышающей стоимость сетевой электроэнергии. Данные законы обеспечили значительное увеличение мощностей солнечных фотоэнергосистем, установленных в Германии, Испании, Италии и других странах.

В разделе приведен сравнительный анализ развития солнечной энергетики в мире и в России, перечислены и проанализированы проблемы, стоящие перед основными отечественными предприятиями подотрасли, дана оценка возможностей развития солнечной энергетики в стране и организации производства на этой основе конкурентоспособной продукции, указаны критические для отечественной энергетики технологии. Отдельно кратко рассмотрены светодиодные технологии.

I.7. Фотоника в навигации и геодезии

Основное направление использования фотоники в навигации и геодезии – это космические технологии, навигация спутников и других космических носителей, геодезические измерения, осуществляемые с таких носителей. Важнейшей задачей для этих работ является точная временная привязка проводимых измерений и сеансов связи, требующая синхронизации шкал времени часов, используемых в системе навигации или геодезической съемки на земле и на космическом носителе.

В мировой и отечественной практике лазерные технологии синхронизации шкал времени с использованием среднеорбитальных и геостационарных спутников находятся сегодня в стадии разработки и космических экспериментов.

Впервые использование лазерных средств синхронизации на основе сравнения одно- и двухпутевых дальностей между наземным пунктом и космическим аппаратом было предложено для глобальной навигационной системы «Ураган» (современное название - ГЛОНАСС) в 1981 году (авт. св. № 170830). Первый успешный эксперимент по лазерной синхронизации разнесённых наземных пунктов (лунными лазерными локационными станциями во Франции и в США) был осуществлён Европейским космическим агентством в 1992-1993 г.г. с использованием геостационарного спутника LASSO, была показана возможность достижения сличения шкал. В 2008 – 2013 г.г. была выполнена экспериментальная отработка лазерной синхронизации и дальнометрии методом встречного измерения псевдодальностей. Терминалы экспериментальной бортовой аппаратуры размещались на КА «Глонасс-М» №№ 728, 729, а терминал наземной аппаратуры - на территории Алтайского оптико-лазерного центра.

Лазерная синхронизация времени на основе второго метода (сравнения одно- и двухпутевых дальностей) была отработана в рамках ОКР «Рубеж». Космический эксперимент с размещением фотоприёмной аппаратуры на КА «Глонасс» № 747 и наземной квантово-оптической системы (КОС), дислоцированной на трёх пунктах наземного комплекса управления, продолжается в настоящее время.

На основе научно-технического задела, созданного для проведения этих экспериментов, могут быть разработаны лазерные средства для предлагаемой информационной технологии, реализованные на существующей в стране технико-технологической базе с минимальным использованием импортной элементной базы. Прототипы лазерной аппаратуры для реализации предлагаемой технологии разработаны в рамках ФЦП «ГЛОНАСС» (ОКР «Смерч-М», «Смерч-Л», «Рубеж», «ББКос-13» и др.).

Постановка цели СП по разделу «Фотоника в навигации и геодезии»

Важнейшей целью на ближайшие 5 лет является разработка лазерных информационных технологий прецизионной синхронизации эталонов времени и определения координат с целью обеспечить:

- повышение пропускной способности каналов космической связи многостанционного доступа с временным разделением МДВР на основе лазерной синхронизации шкал времени разнесённых наземных станций связи с субнаносекундной точностью.
- координатное обеспечение с дециметровой (сантиметровой) точностью высокоорбитальных спутников связи при решении задач:
 - прецизионной синхронизации разнесённых наземных станций;
 - определения координат наземных станций, осуществляющих несанкционированный доступ к частотно-энергетическим ресурсам канала связи.
- прецизионное с использованием высокоорбитальных спутников связи сличение национальных и всемирной шкал времени.
- частотно-временную привязку центральных синхронизаторов глобальных навигационных систем к национальным и всемирной шкалам времени.
- синхронизацию шкал времени разнесённых на большие расстояния научных лабораторий и обсерваторий (погрешность - до десятков пикосекунд).

Определение этапов СП

1-й этап (2016-2017 г.г.) – разработка лазерной технологии синхронизации и координатного обеспечения в интересах повышения пропускной способности и защищённости от несанкционированного доступа систем космической связи, а также навигационно-временного обеспечения спутников на геостационарных, средних и низких орбитах.

2-й этап (2017-2019 г.г.) – информационная доработка лазерных информационных технологий и технических средств для решения задач:

- прецизионного с использованием высокоорбитальных спутников связи сличения национальных и всемирной шкал времени.
- синхронизации шкал времени разнесённых на большие расстояния научных лабораторий и обсерваторий (погрешность - до десятков пикосекунд).

3-й этап 2018-2019 г.г. – адаптация лазерных технологий и реализующих их технических средств к задачам фундаментальных космических исследований - синтеза (контроля базы и частоты) радиоинтерферометров «Космос-Космос» и используемых в интересах дистанционного зондирования Земли, Луны, Марса и других планет Солнечной системы, а также объектов дальнего космоса.

В разделе сформулирован перечень НИОКР, инфраструктурных проектов и мероприятий международного сотрудничества, которые подотрасли необходимо выполнить в ближайшие 5 лет, и перечислены результаты, которые предполагается достичь:

1) разработка информационных лазерных технологий для синхронизации и координатного обеспечения геостационарных и среднеорбитальных спутниковых систем. 2016 г. – 300 млн. руб., 2017 г. – 1 550млн. руб., 2018 г. – 250 млн. руб; всего 2 100 млн. руб.;

2) разработка лазерных космических технологий и средств глобальной синхронизации с пикосекундной точностью привязки наземных эталонов времени
2017 – 2019 г.г. около 1 500 млн. руб.;

3) разработка прецизионных лазерных технологий координатно-временного обеспечения комплексов фундаментальных космических исследований. 2018 – 2020 г.г. около 2 000 млн. руб.;

В рамках международного сотрудничества необходимо обеспечить создание лазерных технических средств с целью высокоточного сличения международной и национальных шкал времени таких, как Институт метрологии времени и пространства (ИМВП) РФ (UTC (SU)); Национальный институт метрологии КНР (UTC (NIM)); Шанхайская астрономическая обсерватория (UTC (CSAO)); Национальная физическая лаборатория Нью – Дели, Индия (UTC (NPLI)), Морская обсерватория Буэнос-Айрес, Аргентина (UTC (ONBA)); Национальная обсерватория Бразилии (UTC (ONRJ)), Федеральное управление по эталонам и измерениям Австрия (UTC (BEV));

Результаты, которые предполагается достичь:

создание измерительно-связных лазерных каналов «КА ГЛОНАСС - КА связи на ГСО» и «КА связи на ГСО – наземная станция» позволяет решить задачи синхронизации наземных станций связи, координатного обеспечения в интересах парирования влияния динамики высокоорбитального КА на точность сличения шкал, а также оперативного координатного обеспечения контроля несанкционированного доступа с точностью, близкой к точности космического сегмента глобальной навигационной системы (ГЛОНАСС и др.).

Кроме того на основе использования аппаратурных средств этих каналов возможно достижение дополнительных целей:

- прецизионное, с использованием высокоорбитальных спутников связи, сличение национальных и всемирной шкал времени.

- частотно-временная привязка центральных синхронизаторов глобальных навигационных систем к национальным и всемирной шкалам времени.

- синхронизация шкал времени разнесённых на большие расстояния научных лабораторий и обсерваторий, (погрешность - до десятков пикосекунд).

Реализация этих целей обеспечит повышение престижа РФ как мирового лидера в части создания технологий прецизионного координатно-временного обеспечения.

В ходе запланированных работ будут созданы лазерные средства для предлагаемой информационной технологии - с минимальным использованием импортной элементной базы. Прототипы лазерной аппаратуры для реализации предлагаемой технологии.

I.8. Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании

Широкое освоение технологий фотоники в сельском хозяйстве должно дать значительный экономический и социальный (экологический) эффект, поэтому развитие таких технологий, разработка и производство оборудования для их реализации должны быть предусмотрены Стратегической программой по фотонике

О значении этих технологий для сельского хозяйства можно судить по следующим результатам из отечественного опыта их применения:

- рост урожайности овощных (до 70% у огурцов, 40% у капусты, 20% - у свеклы) и зерновых культур (в среднем на 10 ц с гектара на 80 тыс. га в Краснодарском крае), повышение в несколько раз устойчивости ячменя к твердой головне и корневым гнилям, пшеницы – к пыльной головне, томатов – к черному бактериозу,
- продление в 2-3 раза допустимых сроков хранения яблок в типовом хранилище,
- увеличение на 15-30% грунтовой всхожести семян лесных культур, на 20% - укоренения саженцев,
- снижение заболеваемости крупного рогатого скота маститом и эндометритом с 25-30% до 1-2%, рост продуктивности птицефабрик на 5-15%, 100% - эффективность профилактики ящура у коров и лошадей,
- повышение в 3-4 раза износостойкости лемехов, дисков борон, культиваторных лап.

В России и за рубежом накоплен значительный позитивный опыт применения лазерных агротехнологий. Они позволяют повысить объём и качество сельскохозяйственной продукции, сократить применение пестицидов и трансгенных растений, снизить производственные затраты. В основе таких технологий лежит фоторегуляторное действие когерентного света, позволяющее более полно и эффективно использовать генетический потенциал сельскохозяйственных растений и животных. Лазерные агротехнологии относятся к экологически безопасным, энергосберегающим и могут широко использоваться в органическом земледелии при производстве экологически чистых продуктов питания, спрос на которые постоянно возрастает. Их широкое внедрение сдерживается противодействием химических компаний,

недостатком квалифицированных кадров, отсутствием господдержки. Это направление оценивается как инновационное и конкурентоспособное.

Лазерная ветеринария - экологически чистый, высокоэффективный, безмедикаментозный, безболезненный метод лечения широкого круга заболеваний. Он должен найти широкое применение в животноводстве.

Перспективной темой остаётся разработка лазерных и видеоцифровых систем бонитировки экстерьера животных с дистанционной регистрацией биофизиологических параметров животных для идентификации и управления продуктивностью стада.

В животноводстве получают все большее признание и распространение системы точных агротехнологических процессов. Это новый подход в сельском хозяйстве. В настоящее время за рубежом системы компьютерного (машинного) зрения активно, но фрагментарно внедряются в аграрное производство. Например, для оперативного контроля состояния растительности на поле, определения урожайности цитрусовых, наблюдения поведения животных. Для отечественных фермерских хозяйств такие системы могут оказаться очень перспективными. В Стратегическую программу нужно включить проведение научно-исследовательских работ в направлении создания автоматизированных технологий точного животноводства. Повышение визуальной информированности и увеличение интеллектуальной составляющей в управлении фермой позволят успешно конвертировать информационно-коммуникационный ресурс оптических и лазерных технологий в материально-технический эффект повышения продуктивности и качества производства животноводческой продукции. Это направление следует оценивать как инновационное и конкурентоспособное.

В сельскохозяйственном производстве необходимо использовать технологии лазерной нивелировки и планировки полей с повышенной производительностью и точностью планировки, они особенно важны при мелиорации.

Очень важно широко внедрить методы лазерного восстановления и упрочнения деталей сельхозтехники – они очень эффективны, быстро окупаются при внедрении. Для их внедрения целесообразно организовать специализированные региональные лазерные job-shops, которые должны стать современными МТС.

Перспективны разработки матричных солнечных модулей для электроснабжения агрогородков, деревень, сельских домов, фермерских и подсобных хозяйств, проектирование солнечных электростанций для удалённых производственных зон, пастбищ, мелкотоварных производств.

Инновационными для аграрного, рыбного и лесного хозяйства являются системы видеосвязи и видеонаблюдения территорий, лесных массивов и водных акваторий беспилотными летательными аппаратами, оснащёнными оптическими системами для картографирования, учёта, охраны и управления объектами распределёнными в пространстве на больших площадях.

Цель подпрограммы "Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании" Стратегической программы – продвижение научно-технических достижений в фотонике в сельскохозяйственное производство, реализация инновационных проектов в интересах «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» и «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», создание необходимого для таких проектов оборудования, нормативно-методической базы и центров компетенции.

Целесообразно Стратегическую программу в части «Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании» осуществлять по направлениям, соответствующим вышеназванным целевым программам развития: подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции; подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции; сельских территорий и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения.

Имеющийся в России научно-технический потенциал в части технологий фотоники позволяет успешно работать по всем перечисленным направлениям.

Эксперты профильной рабочей группы техплатформы «Фотоника» разработали для этого раздела Стратегической программы 20 проектов, которые должны дать существенный вклад в развитие всех трёх вышеуказанных направлений. При общем объёме финансирования, требующемся для реализации предложенных проектов, в 576 млн. руб. на период до 2025 г. ожидаемый экономический эффект от их реализации оценивается в 10 млрд. руб. к тому же сроку – 2025 году – если разработанные в период до 2020 г. технологии и оборудование фотоники удастся массово внедрить в отечественном сельском хозяйстве. Весомым может оказаться и экспорт такого оборудования. Пять из 20 отобранных проектов включены в качестве примеров непосредственно в раздел.

1.9. Фотоника в научном приборостроении

Научные приборы и установки создаются для получения информации об объектах окружающего мира, в частности, для измерения и контроля характеристик объекта,

диагностики и мониторинга его состояния, анализа его свойств и структуры. Такие приборы используют в своем составе более простые элементы и датчики и, как правило, имеют сложное внутреннее строение. Они реализуют разнообразные методы анализа, выполнения ряда операций над сигналами, поступающими от объекта. Они характеризуются многофункциональностью, вариативностью и возможностью управления.

Среди исследовательских методик на основе фотоники наибольшим разнообразием отличаются спектрально-оптические методы. По существу, эти методы наиболее развиты и наиболее универсальны не только в фотонике, но и во всей современной физике и технике, поскольку оптические спектры излучения, поглощения, рассеяния веществ непосредственно отражают строение и энергетическую структуру веществ. Эти методы в основном бесконтактны и позволяют получить информацию независимо о различных частях объекта, в том числе о его внутренней структуре. Многие из них являются неразрушающими беспроботборными методами, позволяющими проводить экспресс-анализ и мониторинг *in situ* и даже *in vivo*.

Далее рассмотрены именно оптические спектральные приборы и методы. При этом множество других оптических и близких методов и устройств (нелинейно-оптические, электрооптические, магнитооптические, акустооптические, оптоакустические) входят в нее как частные случаи или как способы реализации отдельных операций:

Сейчас широко используются три основных типа оптических спектральных устройств: приборы на пространственном разложении спектральных компонент (с помощью дифракционных решеток и призм), приборы на селективной модуляции отдельных спектральных компонент (с помощью интерферометров, растров и др.), приборы на перестраиваемых оптических фильтрах (с помощью акустооптических, жидкокристаллических и др. фильтров, наборов светофильтров).

В настоящее время появляются новые типы этих устройств, основанные на современных технологиях, такие как статические дифракционные спектрометры и статические фурье-спектрометры, спектрометры на динамических решетках.

Поскольку они построены на разных технологиях, то и опыт и задел российских ученых и предприятий в соответствующих областях заметно отличается. Наибольший задел, а следовательно и наилучшие перспективы имеются в акустооптике и фурье-спектрометрии.

В разделе рассмотрено состояние разработки и производства спектрально-оптических приборов в России, оценен потенциал развития профильных предприятий и

научных организаций, описаны оптимистический и пессимистический (инерционный) сценарий развития рынков и технологий научного приборостроения на основе фотоники в России, указаны 7 наиболее перспективных для развития в стране направлений исследований и разработок по тематике «фотоника в научном приборостроении».

I.10. Элементная база фотоники, оптическая метрология

Этот комплексный раздел включает в себя 5 подразделов: 1) источники лазерного излучения; 2) оптические материалы, компоненты, узлы; 3) волоконные световоды, волоконно-оптические компоненты и устройства; 4) оптоэлектроника – элементы и узлы; 5) контроль оптического излучения, оптическая метрология.

В первом подразделе проанализированы мировой рынок наиболее широко употребительных на сегодняшний день лазеров и состоянии дел в области производства лазерных источников в России, перечислены наиболее крупные отечественные компании – изготовители лазеров и указаны критически важные, по мнению экспертов, виды лазерных источников излучения, производство которых необходимо иметь в России. В заключение подраздела дан прогноз совершенствования технических характеристик отечественных лазеров.

Прогноз развития технических характеристик отечественных лазеров

Тип лазера	Ключевые параметры	2015 год	2020 год	2025 год
Nd:YAG лазеры	Средняя мощность, излучения макс., Вт,	300	500	1000
	Длительность импульса, мс	0,2-20	0,2-20	0,2-20
	Частота следования, Гц	200	250	300
	КПД, %	2	3	5
СО ₂ -лазеры	Мощность излучения, кВт:			
	-прокачные	8	12	15
	-щелевые с ВЧ накачкой	3	5	10
	Качество излучения М ²	2	2-4	3-10
	КПД, %	10	10	10
Срок службы, час	8000	10000	15000	
Волноводные иттербиевые лазеры	Мощность излучения, кВт	30	50	100
	Качество излучения	одномод	одномод.	одномод.
	Поляризация	случайная	случайная	случайная
Срок службы, час	50000	50000	50000	
Дисковые лазеры	Мощность излучения			
	-непрерывный режим, кВт	8	16	25
	-импульсный режим, Вт	40	50	100
	Длительность импульса	15-80 нс	5-50 нс	10 пс
	Частота импульсов, кГц	до 70	до 200	до 500
	Качество излучения М ²	1,3	1,3	1,3
	(5-непр)	(10-непр)	(15-непр)	

	Поляризация Срок службы, час	случайн. 10000*	случайн. 10000*	случайн. 10000*
Планарно- волноводные	Мощность излучения, кВт	1,0	2,5	16
	Качество излучения M^2	2	3	3
	Поляризация	линейная	линейная	линейная
	Срок службы, час	10000*	10000*	10000*
Диодные прямого действия	Мощность излучения, кВт	4	8	16
	Размер пятна фокусировки, мм	1x24	3x24	3x36
	Срок службы, час	50000*	50000*	50000*

Во втором подразделе указаны основные направления работ, по оптическим материалам, приведены примеры принципиально новых разработок в области оптических элементов и узлов, появившихся в последнее время на мировом рынке и пока не выпускаемых в России, указаны три важнейших сегодня для страны задачи в части оптических материалов, компонентов и узлов, решение которых необходимо и для обеспечения импортозамещения, и для создания основы для развития отрасли в целом:

1. Разработка базовых технологических процессов создания элементов перспективных оптических систем и приборов на основе дифракционных и гибридных асферико-дифракционных оптических элементов.

Выполнение работы изменит сложившуюся практику обращения к западной промышленности и рынку в части приобретения современных объективов для наземных и аэрокосмических носителей, прицелов, биноклей, телескопов различного класса как для видимой, так и для ИК-диапазона спектра.

2. Разработка базовых технологий и методов расчета и изготовления адаптивных оптических систем с применением жидких компонентов для модернизации изделий В, ВТ и гражданской тематики.

Выполнение работы позволит разработать технологии воздействия на жидкие среды с разработанными алгоритмами и аппаратно-программными механизмами управления всей системы в целом, а также определит ту область оптического приборостроения, в которой будет технически и экономически выгодно использование эластичных жидкостных сред.

3. Разработка новой информационной базы по оптическим материалам для повышения качества ОЭС видимого и ИК-диапазонов, работающих в сложных климатических условиях или в экстремальных условиях космоса.

Будут изучены термооптические характеристики стекол и кристаллов в широком диапазоне спектра и температур, что позволит на этапе разработки оценить степень устойчивости ОЭС к условиям экстремальных температур в диапазоне от $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ до

500 °С.

В результате включения данной работы будут разработаны новые ГОСТы и ОСТы на оптические материалы.

В третьем подразделе перечислены типы волоконных световодов и области их использования, указаны направления, по которым развивается сегодня волоконная оптика, сформулированы задачи, стоящие сегодня перед профильными российскими компаниями и научными центрами, предложены мероприятия, которые необходимо провести в стране для коммерциализации уже разработанных волоконно-оптических технологий и поддержки отечественных производителей этой техники.

Приведены также примеры актуальных НИОКР и необходимых стране производств в части волоконной оптики.

В четвертом подразделе сформулированы три отличительных признака оптоэлектроники как научно-технического направления, предложена квалификация сегодняшних приборов оптоэлектроники, дано описание мирового рынка этой техники, предложена разбитая на кратко- среднесрочные этапы программа действий для развития отечественной оптоэлектроники, ставящая своей главной целью импортозамещение. Указаны отечественные предприятия и научно-технические центры, которые должны стать первоочередными участниками этой программы.

Пятый подраздел содержит общую сравнительную характеристику развития в мире и России техники и технологий контроля лазерного излучения, проведен анализ отечественных достижений в этой области, сформулированы важнейшие задачи, стоящие перед отечественной оптической метрологией. В качестве наиболее актуальной указана задача метрологического обеспечения измерений параметров излучения полупроводниковых лазеров.

Часть II. Стратегия создания в стране системы подготовки кадров для обеспечения работ по фотонике и её применениям

Кадровое обеспечение работ по фотонике и её применениям в настоящее время в России является неудовлетворительным. Причинами такого положения, как хорошо известно, стали:

- потеря большого числа научных и инженерных кадров – разработчиков технологий и оборудования в 90-е годы из-за внешней и внутренней эмиграции и обусловленные этим явлением «разрыв поколений» и нехватка квалифицированных специалистов для замены выбывающих по возрасту 60-80-

- летних работников, являющихся, как правило, ведущими специалистами в своих организациях;
- отсутствие планомерной подготовки специалистов-пользователей, умеющих применять технологии фотоники в промышленности, медицине, на транспорте и др. отраслях, умеющих эксплуатировать сложное лазерное, оптоэлектронное и т.п. оборудование;
 - реформы в системе образования, в результате которых резко упал уровень подготовки школьников в части математики, физики, химии и, соответственно, уменьшилось число выпускников, имеющих интерес и способных успешно учиться на естественнонаучных и технических факультетах ВУЗов. Вкупе с переходом технических университетов на систему «бакалавр-магистр» и существенным уменьшением объема преподавания во многих из них ряда инженерных дисциплин (например, основ конструирования и дизайна объектов техники) это резко снизило число выпускников ВУЗов, способных работать инженерами или хотя бы техниками;

Общая переориентация молодёжи – особенно в столичных городах, где находится большое количество ведущих ВУЗов – на специальности и занятия, не требующие сложного и длительного образования, ещё более снизила число молодых специалистов, приходящих ежегодно на предприятия отрасли.

Нельзя не упомянуть также о разрушении в новых экономических условиях многих давно сложившихся связей «ВУЗ-предприятие», «ВУЗ-НИИ», что привело к отсутствию производственных баз для подготовки технических специалистов с высшим образованием. Это тоже весьма негативно сказалось на уровне квалификации таких специалистов.

Подготовка квалифицированных специалистов по лазерной физике и технике, квантовой электронике, оптике, оптоинформатике, оптоэлектронике, к счастью, сохранилась в России на высоком уровне в целом ряде университетов с мировой известностью – МГУ им. Ломоносова, МФТИ, НовосибГУ, ТомГУ, ИТМО, МИИГАиК и др. - и главной задачей для них является лишь обеспечение притока достойных абитуриентов (а также удержание выпускников в стране). Но и это - весьма непростая задача, требующая целенаправленных усилий. В то же время ВУЗы, готовящие разработчиков и организаторов производства оборудования фотоники – типа МГТУ им. Баумана, МИРЭА, БГТУ, СарГТУ и др. – должны не только поддерживать профильные кафедры и практикумы, но и перестраиваться, обеспечивая системный подход, готовя кадры для всех сегментов деятельности производителей техники (НИОКР,

производство, маркетинг, эксплуатация, сервисное обслуживание). Им требуется более существенная модернизация учебных программ и специальностей.

Для преодоления сложившихся трудностей и диспропорций в подготовке специалистов для отрасли нужно вести работу по следующим направлениям:

1. Организация подготовки пользователей технологий и оборудования фотоники для всех отраслей экономики и сфер деятельности – технологов, врачей, связистов, агрономов и др., причём не только с высшим, но и со средним образованием, а также по рабочим специальностям;
2. Организация учебных баз для такой подготовки, оборудованных современным лазерно-оптическим и/или оптоэлектронным оборудованием, укомплектованных специалистами, способными эффективно эксплуатировать и обслуживать такое оборудование и при этом вести учебную и консультационную деятельность;
3. Пропаганда фотоники, профориентация школьников и абитуриентов;
4. Совершенствование действующих и разработка новых, соответствующих современным требованиям, образовательных стандартов в области технологий фотоники;
5. Прогнозирование потребностей в специалистах по фотонике и её применениям и определение на этой основе цифр приёма в профильные ВУЗы и структуры специализированных кафедр.

Планирование такой работы и составляет содержание настоящей СП. Её количественные показатели базируются на следующих данных:

- в настоящее время в России исследования и разработки в области фотоники и её применений, производство этой техники и её основных комплектующих, информационно-аналитические консультационные и сервисные работы в этой области осуществляют около 850 организаций, расположенных в 56 регионах стран. Общее число занятых в отрасли – около 55 тыс. чел., в т.ч. 34 тыс. чел. – специалисты с профильными высшим образованием;
- среди указанных организаций – 126 технических ВУЗов и 38 медицинских, но подготовку специалистов по соответствующим специальностям осуществляют лишь около 30, среди них – ни одного медицинского, аграрного, ветеринарного. Остальные ВУЗы из вышеприведённого общего числа имеют научно-исследовательские подразделения, ведущие исследования по применениям технологий фотоники, и обеспечивают чтение соответствующих спецкурсов (как правило, кратких) на некоторых выпускающих кафедрах. Подготовку

специалистов среднего звена – операторов лазерных технологических установок – ведёт лишь «Петровский колледж» в С.Петербурге

– мониторинг, проведённый Лазерной ассоциацией в 10 регионах России, позволил следующим образом оценить суммарные потребности в кадрах профессиональных пользователей фотоники в стране: 2,5 тыс. чел. с высшим образованием (в машиностроении – 600, в медицине – 450, в сельском хозяйстве – 250), 600 чел. – со средним образованием (обслуживание аппаратуры), причём хотя бы 60% этих кадров нужно обеспечить в ближайшие 1-2 года, а затем – ежегодно по 10-30% от указанных цифр.

Сформулированные выше задачи и исходные данные приводят к следующей последовательности действий:

1. На краткосрочном этапе (2015-2017 г.г.)

№	Наименование мероприятия	Исполнители (основные)	Пояснения к содержанию мероприятий
1	2	3	4
Содействие подготовке и повышению квалификации научных и инженерно-технических кадров			
1	Разработка образовательных стандартов (ОС) НИУ для подготовки магистров по направлениям «Лазерная техника и лазерные технологии», «Фотоника и оптоинформатика»	НИУ ИТМО, ТомГУ, МГТУ им. Баумана	ОС НИУ – собственные стандарты ведущих ВУЗов, позволяющие разрабатывать образовательные программы для подготовки магистров по актуальным направлениям развития фотоники, лазерно-оптической науки и техники. Ежегодное обсуждение разработанных стандартов на конгрессах техплатформы «Фотоника».
2	Формирование пакета предложений по разработке профессиональных стандартов в области фотоники для специалистов лазерно-оптической отрасли	АО ЛОМО, ФТИ им А.Ф. Иоффе, НПК «Системы прецизионного приборостроения», НТО «ИРЭ-Полюс», ОАО «Красногорский завод им. С.А.Зверева» и др. участники ТП «Фотоника»	Профессиональные стандарты – для установления современных требований к специалистам (должностям) в лазерно-оптической отрасли. Необходимы для формирования требований к образовательным стандартам и программам подготовки и повышения квалификации специалистов
3.	Формирование ведущими университетами лазерно-оптической	МФТИ, НГУ, МИИГАиК, МГУ (МЛЦ), МГТУ, ИТМО, БГТУ	На 1 этапе – формирование состава участников проекта и выработка ТЗ на разработку актуальных сетевых и модульных

	отрасли и техническими вузами с участием производственных предприятий комплекса совместных модульных и сетевых образовательных программ подготовки и повышения квалификации компонентных специалистов на основе технологий электронного (дистанционного) обучения.	«Военмех» им. Д.Ф.Устинова, ТомГУ, МАТИ	совместных образовательных программ для подготовки и повышения квалификации инженерно-технических кадров в области фотоники и ее применений. На 2-ом этапе - разработка и апробация образовательных программ
4.	Анализ и обмен опытом создания вузами базовых кафедр и малых предприятий, кооперации с производственными компаниями в области фотоники, лазерной и оптической техники и технологий	НИУ ИТМО, МГТУ, СГАУ, МИИГАиК, ТПУ, МФТИ, МИРЭА, СГАУ им. С.П.Королёва, КГТУ им. А.Н. Туполева, СГГА, ГОИ им. С.И.Вавилова	1 этап – обсуждение вопросов интеграции образования и бизнеса на конгрессе техплатформы «Фотоника» в марте 2015 г. 2- выработка на основе опыта участников техплатформы «Фотоника» рекомендаций по взаимодействию вузов и бизнеса, 3 этап – разработка механизма взаимодействия вузов и бизнеса в рамках техплатформы «Фотоника»
5.	Разработка элементов системы мониторинга кадрового обеспечения предприятий лазерно-оптической отрасли – участников техплатформы, а также сертификации выпускников вузов и молодых специалистов	НИУ ИТМО, ТПУ, НижегородГТУ, СарГУ, ГОИ им. С.В.Вавилова, НПК «Системы прецизионного приборостроения» (Москва), ОАО «Красногорский завод им. С.А.Зверева»	
6.	Организация в ВятГУ выпускающей кафедры и учебного центра «Лазерная академия»	Правительство Кировской области ВятГУ, ВятЛИТЦ	Обеспечение предприятий Кировской обл. специалистами по лазерным технологиям обработки материалов

7	Организация выпускающей кафедры в УрФУ для подготовки специалистов по лазерным технологиям на Урале.	Правительство Свердловской обл. УрФУ, УралЛИТЦ, ЗАО «РЦЛ»	Обеспечение предприятий Уральского региона специалистами по лазерным промышленным технологиям
8.	Организация отраслевой службы поиска специалистов по фотонике и её применениям	ТП «Фотоника» ОАО «Швабе»	Служба должна стать кадровым агентством, специализирующимся на потребностях отрасли

2. На среднесрочном этапе (2015-2020 г.г.)

Наименование мероприятия	Исполнители (возможные)	Пояснения к содержанию мероприятия
Организация обучения по специальностям, соответствующим обслуживанию оборудования фотоники, характерного для массовых технологий, в колледжах во всех федеральных округах России. Объёмы выпуска определяются потребностями округа, суммарно – не менее 120 чел. в год	Обламинистрации в сотрудничестве с профильными университетами и лазерными центрами, действующими в регионе (например, Правительство Татарстана - КазГТУ им. А.Н. Туполева - Каз. лазерный центр IPG)	Механизм определения текущих потребностей в кадрах этого уровня должен быть отработан на краткосрочном этапе. Финансирование обучения должно идти в режиме государственно – частного партнёрства с обязательной отработкой выпускником колледжа установленного срока на предприятии региона
Организация подготовки квалифицированных кадров для широкого освоения технологий и методик фотоники в отечественном здравоохранении. Объём выпуска определяется нуждами регионов, суммарно – не менее 90 молодых специалистов в год и не менее 100 повысивших квалификацию	Минздрав России, медВУЗы в Москве, С.Петербурге, Саратове, Челябинске, Новосибирске, Н. Новгороде	Наряду с включением технологий фотоники в образовательные стандарты для врачей всех специальностей в нескольких медВУЗах необходимо создать при этих ВУЗах центры переподготовки (повышения квалификации) с углублённым изучением методик и технологий фотоники, которыми на коммерческих началах могли бы пользоваться врачи из всех регионов.
Организация профильных кафедр и центров	СаранскГУ	Образование в области

<p>переподготовки для обеспечения региональных потребностей в кадрах специалистов по технологиям фотоники и её применениям в технических университетах, которые расположены в регионах с высокой концентрацией предприятий, выпускающих и использующих оборудование фотоники, входящих в региональные инновационные кластеры</p>	<p>ПермГУ УрФу</p>	<p>фотоники и её применений – и высшее, и среднее – должно опережающими темпами развиваться в регионах, где имеются рабочие места для подготавливаемых специалистов.</p>
<p>Организация подготовки квалифицированных кадров для широкого освоения технологий и методик фотоники (включая лазерную ветеринарию) в отечественном сельском хозяйстве. Общий объем выпуска - не менее 50 молодых специалистов в год.</p>	<p>Минсельхоз России, РГАУ – МСХА (Москва), МичГАУ (Мичуринск), Воронежский госагроуниверситет им. К.Д. Глинки, С.Петербургская гос.академия ветеринарной медицины, Саратовский госагроуниверситет им. Н.И. Вавилова</p>	<p>Разработка образовательных стандартов должна вестись в тесном контакте с объединениями работодателей и представителями сельхозпредприятий.</p>
<p>Установление взаимовыгодного сотрудничества технических университетов и колледжей, готовящих профильных специалистов, с создаваемыми в России лазерными отраслевыми и региональными центрами, для использования последних в качестве учебно-производственных баз и совместного мониторинга потребностей в специалистах по фотонике в регионах</p>	<p>Минобрнауки России Минпромторг России региональные администрации</p>	<p>Региональные центры, создаваемые при поддержке федерального и регионального бюджета, должны использоваться и в учебных целях, в т.ч. – на коммерческой основе</p>
<p>Разработка, организация производства и массового использования в российских школах демонстрационно-учебных практикумов по фотонике и её практическим применениям</p>	<p>Минобрнауки России ОАО «Швабе»</p>	<p>Стимулирование интересов школьников к работе в области фотоники, лазеров, оптики нужно начинать с младших классов – опыт Евросоюза об этом свидетельствует.</p>

3. **На долгосрочном этапе (к 2025 г.):** должны продолжаться работы по совершенствованию всех звеньев системы подготовки кадров для отрасли – от определения текущих и перспективных потребностей до функционирования профильных кафедр, колледжей, курсов повышения квалификации, кадровых агентств. Конкретные проекты будут сформулированы по результатам первых этапов.

К концу долгосрочного этапа планирования в рамках настоящей стратегической программы Россия должна располагать сбалансированной системой подготовки инженерно-технических и рабочих кадров для обеспечения нужд предприятий всех отраслей, использующих технологии фотоники. Эта система должна использовать отработанный к тому времени механизм прогнозирования потребностей в указанных кадрах и быть согласованной с порядком установления и актуализации профессиональных стандартов, который к 2025 г. должен действовать в России.

Ещё одна задача, которая должна быть решена в долгосрочной перспективе – организация активного международного сотрудничества в сфере образования в области фотоники и её гражданских применений. Такое сотрудничество должно включать студенческие обмены, стажировки, совместную разработку учебных программ и учебно-методических материалов и т.п. – чтобы уровень российских молодых специалистов соответствовал мировому уровню в части фотоники и её применений. Первоочередным партнёрам для указанного сотрудничества в настоящее время представляется Китай.

Весьма существенной общей задачей, которая должна быть окончательно решена к 2025 г., является обеспечение притока в профильные ВУЗы молодёжи, интересующейся фотоникой, стремящейся получить образование в этой области, считающей, что работа, связанная с разработкой лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий, является престижной.

Определяющим при решении этой задачи будет, конечно, экономический фактор-положение предприятий и институтов отрасли и возможности роста благосостояния их сотрудников, но важную роль должна сыграть и правильно выстроенная методическая работа – просветительская, научно-популярная, олимпиадная и др. деятельность, способствующая «правильной» профориентации школьников.

В заключение Части II Стратегической программы следует подчеркнуть, что в этой части приведён не исчерпывающий список проектов, а разбитая на логичные этапы последовательность действий, которая должна привести к результатам, и изложенным выше как результаты 3-го этапа. Задачи 1-го и 2-го этапа определены вполне конкретно – и по содержанию, и по исполнителям, т.к. их надо начинать решать как можно

быстрее, конкретные проекты для 3-го этапа определятся, очевидно, по мере выполнения предыдущих этапов работы.

Часть III. Стратегия развития инфраструктуры фотоники как отрасли и создания условий для широкого практического освоения лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий.

Для развития фотоники в России и достижения стратегических целей, определенных отраслевой «дорожной картой», помимо выполнения технологических проектов – НИОКР, создание производств – необходимы меры поддержки отрасли в целом, создание её инфраструктуры и условий для эффективной работы. К таким мерам мы относим рассмотренную в *части II* организацию кадрового обеспечения, а также

- 1) меры стимулирования спроса на продукцию отрасли, ускорения процессов практического освоения высокоэффективных технологий фотоники в стране и увеличения экспорта продукции фотоники,
- 2) создание нормативно-правовой базы, нужной отрасли, отраслевой инфраструктуры и механизмов координации деятельности организации отрасли,
- 3) информационное обеспечение работ по фотонике и её применениям,
- 4) организацию обоюдодоподотворного взаимодействия отрасли с ФОИВ, региональными администрациями, международными организациями и зарубежными партнёрами.

Все эти меры тесно переплетаются, каждая из них при успешной реализации должна дать положительный эффект и для всех остальных. Их программа должна быть следующей:

1. Этап 2015 – 2017 г.г., срочные меры

- Утверждение подпрограммы «Фотоника». Базовые технологии и компоненты» Государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности на 2015 – 2020 г.г. и организация отбора проектов для неё и их финансирования. (отв. исп. – Минпромторг России)

– Организация Межведомственного координационного совета по фотонике с правом регулирования тематик и приоритетов в части фотоники в гражданских государственных и целевых программах и с исполнением функций Наблюдательного совета технологической программы РФ «Фотоника» (отв.исп. – аппарат Правительства РФ)

- Создание в России системы региональных и отраслевых центров компетенции, осуществляющих демонстрационную, консультационную и учебную деятельность в области технологий фотоники, адаптацию этих технологий в интересах предприятий-

пользователей таких технологий, содействующих продвижению технологий фотоники в широкую практику. До конца 2017 г. должно заработать не менее 15 таких центров, финансирование их создания должно осуществляться совместно из федерального и регионального бюджетов, принципиальными условиями выбора места для создания такого центра являются наличие большого числа потенциальных потребителей его услуг и наличие малого предприятия, готового стать его организатором и использовать свои ресурсы для его запуска. Центр должен выходить на режим самоокупаемости за время не более 1 – 1,5 лет после получения оборудования и рабочего помещения. В качестве первоочередных для создания таких центров регионов следует рассматривать Самару, Рязань, Новосибирск, Мичуринск, Владимир, Н.Новгород, Ижевск, Красноярск, Иркутск, Пермь, Саратов, Владивосток, Севастополь (конкретный отбор – по заявкам, в рамках общего тендера), кроме того, следует усилить и поддержать региональные лазерные центры, созданные ранее по программе Лазерной ассоциации в Москве (МЛИТЦ), С.Петербурге (ЛРСЗЦ), Екатеринбурге (УралЛИТЦ), Обнинске (КалужЛИТЦ), Таганроге (ЮжЛИТЦ) и Кирове (ВятЛИТЦ) – они должны стать примерами и образцами для вновь создаваемых.

– Разработка и принятие технологических регламентов, обеспечивающих применение лазерных технологий обработки материалов при изготовлении деталей и узлов в авиастроении, судостроении, медицинской технике, энергетическом машиностроении (конкретный отбор изделий и разработчиков регламентов – по тендеру, работы необходимо организовать в рамках ГП «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности»).

– Разработка и принятие гармонизированного со стандартами ЕС техрегламента Таможенного союза по безопасности лазерной продукции, учитывающего специфику использования лазерной техники в медицине и ветеринарии, а также шоу-бизнесе (исп. – Росстандарт)

– Разработка системы медицинских стандартов, предусматривающих использование апробированных методик и технологий фотоники для диагностики и лечения заболеваний (исп. – Минздрав России)

– Внесение изменений в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг, а также в перечень классификационных кодов Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного Союза, чтобы адекватным образом отразить в них деятельность в сфере фотоники и

продукцию, выпускаемую отраслью, и создать условия для корректного учёта результатов работы отрасли Росстатом. (исп. – Росстандарт)

– Разработка и утверждение порядка участия малых и средних предприятий – разработчиков и производителей продукции фотоники в выполнении государственных заказов, получаемых предприятиями оборонно-промышленного комплекса России (исп. – Минпромторг России)

– Включение разделов (подпрограмм) освоения технологий фотоники в региональные программы развития промышленности, сельского хозяйства, медицинского обеспечения, (исп. – региональные администрации, АИРР), в программы инновационного развития госкорпораций и компаний с госучастием (исп. – Минэкономразвития)

– Разработка, издание и распространение информационных и методических материалов, способствующих широкому практическому освоению технологий фотоники в сельском хозяйстве и медицине (исп. – Минпромторг, Минсельхоз, Минздрав, техплатформа «Фотоника»)

– Совершенствование таможенного администрирования в части импорто-экспортных операций с продукцией, отнесённой к разделу «фотоника» в ТН ВЭД, для обеспечения российскому производителю такой продукции таких же возможностей в части сроков и стоимости оформления указанных операций, как в ЕС и Китае.

– Разработка и публикация глоссария по фотонике (исп. – Минпромторг России, техплатформа «Фотоника», РАН, Росстандарт)

– Разработка перечня отечественных и зарубежных выставок, на которых целесообразно организовать экспозиции российской фотоники для стимулирования спроса на её продукцию и развития экспорта, организация патроната Минпромторга России над этими выставками в России и над коллективными экспозициями российской фотоники на зарубежных выставках (исп. – Минпромторг России, техплатформа «Фотоника», ЦВК «Экспоцентр»)

– Организация Интернет-портала «Российская фотоника» на английском языке, обеспечивающего привлечение внимания потенциальных зарубежных покупателей к продукции отрасли (исп. – Минпромторг, Минэкономразвития, техплатформа «Фотоника»)

– Разработка, согласование и введение в практику порядка взаимодействия тематических рабочих групп техплатформы «Фотоника» с профильными ФОИВ, а руководства техплатформы – с Межведомственным координационным советом и

рабочей группой по фотонике (исп. – техплатформа «Фотоника», заинтересованные ФОИВ)

– Организация взаимовыгодного международного сотрудничества в области фотоники (участие в выставках и конференциях, содействие в экспертизах, организация совместных проектов, программ, предприятий и др.), приоритетными партнёрами для такого сотрудничества на краткосрочном этапе СП должны быть страны БРИКС (в первую очередь – Китай)

2. Среднесрочный этап (2015 – 2020 г.г.)

- На этом этапе должно продолжиться создание центров компетентности, начатое на предыдущем этапе. К концу 2017 г. должны работать не менее 15 таких центров, к концу 2020г. – еще не менее 15. В соответствии со спросом и при наличии поддержки со стороны региональных администраций и/или соответствующих отраслей возможно расширение функций уже созданных центров – например, выполнение ими инжиниринговых или сертификационных задач, увеличение парка оборудования и увеличение, соответственно, объема выполняемых заказов.

- Организация регулярного учета Росстатом производственной деятельности в части выпуска и практического использования продукции фотоники, коррекция на основе этих данных по представлению отраслевого МВКС действующих в стране программ развития и освоения фотоники, включая «дорожную карту» и Стратегическую программу техплатформы «Фотоника»

- Сертификация на предмет соответствия требованиям лазерной безопасности всех действующих лазерных технологических участков, клиник с лазерным оборудованием и опытных станций с предоставлением их сотрудникам, работающим во вредных условиях труда из-за риска воздействия лазерного излучения, соответствующего статуса и льгот

- Разработка обоснованных опытом деятельности предложений по 1) экономическому стимулированию в России инновационной деятельности в части модернизации производства за счет освоения технологий фотоники и 2) поддержке малых и средних предприятий – производителей продукции фотоники. Изыскание возможностей для реализации этих предложений в рамках ФЗ «О промышленной политике» (исп. – Минпромторг России, техплатформа «Фотоника»)

- Разработка и практическая реализация порядка участия представителей техплатформы «Фотоника» в экспертизе поступающих в институты развития – ФЦП «Исследования и разработки...» РФТР, ФСРМСП НТС, РНФ, АСИ и др. - проектов по фотонике и ее применениям и результатов выполнения таких проектов (исп. - Минпромторг России, Минэкономразвития России, Минобрнауки России, техплатформа «Фотоника»)

К концу этого этапа должна быть отлажена выставочная деятельность в области фотоники, реализуемая при поддержке федерального и/или региональных бюджетов – в части программы выставок, их организаторов, порядка анализа итогов. К этому же времени должна стать постоянной координация НИОКР и опытных работ по фотонике, выполняемых с использованием бюджетного финансирования, должно стать обязательным гласное подведение итогов таких работ по существу, не только по формальным признакам. В 2018 г. желательно принять новую «дорожную карту» развития отрасли, т.к. действующая утверждена на период до 2018 г.

3. Этап долгосрочного планирования (до 2025г.)

Практика реализации «дорожной карты» по фотонике, подпрограммы «Фотоника. Базовые технологии и компоненты» ГП «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», использование в отрасли результатов тематических НИОКР, выполненных в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям...», безусловно, обнаружит на среднесрочном этапе необходимость еще каких-то мер поддержки, дополнительных инфраструктурных проектов – они будут реализовываться по мере осознания такой необходимости. Принципиально важными останутся задачи, которые должны начать решаться на 1-м этапе – создание и развитие центров компетенции, стимулирующих продвижение технологий фотоники в практику, принятие направленных на ту же цель технологических и медицинских стандартов, постоянное информирование потенциальных пользователей о новых разработках и изделиях отечественной фотоники, концентрация усилий организаций отрасли и заинтересованных ФОИВ на важнейших для страны проектах и программах. Главным результатом в части мер поддержки на горизонте долгосрочного планирования должно стать отлаженное взаимодействие структур, представляющих фотонику как отрасль российского хай-тека (отраслевая техплатформа, Лазерная ассоциация, ОАО «Швабе») с Межведомственным координационным советом по фотонике и заинтересованными ФОИВ.

Заключение

Предлагаемая Стратегическая программа должна служить технологической «дорожной картой» развития отрасли и широкого практического освоения в России предлагаемых ею высокоэффективных технологий фотоники. Стратегическая программа определяет цели и задает вектора развития для основных областей сегодняшней фотоники; зафиксировав сегодняшнее состояние этих областей, назначает промежуточные этапы и результаты, которые нужно достичь на этих этапах для выхода за 10 лет на уровень полной технологической независимости страны в части фотоники,

максимальной реализации экономического и социального эффекта от освоения ее технологий и создания научно-производственного потенциала, позволяющего быть равноправным участником мирового рынка этой отрасли.

Программа должна реализовываться через конкретные технические и инфраструктурные проекты. Основным механизмом их реализации – государственно-частное партнерство. Содержание конкретных технических проектов будет определяться интересами заказчиков, на бюджетную поддержку смогут претендовать только такие проекты, которые соответствуют утверждённой Правительством «дорожной карте» по развитию фотоники, которые способствуют реализации других важных для страны программ и проектов.

Основными источниками бюджетной поддержки проектов СП на 1-м этапе должна стать подпрограмма «Фотоника. Базовые технологии и компоненты» Госпрограммы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России». Последняя уже действует, в неё только в 2013 – 2014 г.г. подано более 140 заявок по тематике фотоники, а организация тематической подпрограммы в ГП «Развитие промышленности ...» предусмотрена вышеупомянутой действующей отраслевой «дорожной картой» (РП № 1305-р от 24.07.2013). Эффективность использования для развития фотоники и скорейшего использования её возможностей в экономике страны бюджетных средств, направляемых через эти программы, будет в значительной степени зависеть от координации последних. Должны быть задействованы, естественно, и все другие институты развития. Проекты, включенные в настоящую Стратегическую программу, должны искать поддержку и в них (в соответствии с тематикой и масштабами этих проектов).

Предполагается предпринять специальные усилия для ускорения достижения первоочередных целей Программы путём использования в гражданском секторе разработок по элементной базе фотоники, проведенных в рамках программ ВПК.

По мере реализации отраслевой «дорожной карты» и расширения диапазона коммерчески выгодных применений фотоники должен увеличиваться приток в отрасль внебюджетных средств, рост числа реальных инвесторов. Это должно облегчить выполнение предлагаемой Стратегической программы

Реализация инфраструктурных проектов, включённых в настоящую СП, зависит в определяющей степени от соответствующих ФОИВ, но техплатформа «Фотоника» должна проявлять настойчивость в своих обращениях в эти ФОИВ, т.к. эти проекты принципиально важны для отрасли в целом.

В настоящее время невозможно составить точный и исчерпывающий список всех проектов, которые нужно реализовать в рамках предлагаемой Стратегической программы, особенно для долгосрочного этапа. Предложенный экспертами перечень примерно 170 проектов краткосрочного и среднесрочного этапов (см. Приложение) близок к оптимальному, но и он наверняка подвергнется уточнениям при проведении тендеров по конкретным тематикам в рамках подпрограммы «Фотоника», ФЦП «Исследования и разработки ...», конкурсов РНФ, РФТР и др., а также при корректировках СП, намеченных на 2016 и 2018 г.г.

Результатами, которые можно ожидать при реализации предлагаемой Стратегической программы, должны стать к 2020 г. (согласно экспертным оценкам):

- увеличение объема производства продукции фотоники по сравнению с 2014 г. – в 5-6 раз
- увеличение числа моделей продукции фотоники, предлагаемых отечественными производителями – в 4-5 раз,
- увеличение доли экспортируемой продукции от общего объема производства фотоники – до 3-5% (в 5-6 раз)
- увеличение числа предприятий и организаций России, постоянно использующих профильные специализированные технологии фотоники в своей производственной деятельности – в 3-4 раза
- увеличение числа высокотехнологичных рабочих мест, занимаемых создателями и пользователями фотоники – в 3 раза (до 60 тыс.)
- создание действенной системы координации НИОКР по фотонике и её применениям, обеспечивающей максимально эффективное использование бюджетных и внебюджетных средств, направляемых на эти работы, а также полный учёт потенциала и интересов их возможных исполнителей – от академических институтов до малых предприятий
- расширение круга бизнес-структур, активно участвующих в деятельности технологической платформы «Фотоника», и соответственно, увеличение объема привлекаемых в отрасль внебюджетных средств – не менее, чем в 3-4 раза (до 10-12 млрд руб./год)

При этом необходимо подчеркнуть, что успешное выполнение предлагаемой Стратегической программы и, соответственно, достижение вышеперечисленных результатов возможны только при получении из госпрограмм и институтов развития финансовой поддержки для реализации запланированных проектов.

Перечень проектов, включённых в Стратегическую программу техплатформы «Фотоника» на 2015-2025 г.г.

1. *Лазерные технологии и методики в промышленности*
16 проектов с заявленным общим объёмом необходимого финансирования около 3 млрд. руб. *
2. *Фотоника в медицине и науках о жизни*
26 проектов на общую сумму около 2 млрд. руб.
3. *Оптическая связь, телекоммуникации*
2 комплексных инвестиционных проекта, стоимость не определена
4. *Лазерные информационные системы*
28 проектов (включая 10 по радиофотонике) с заявленным общим объёмом финансирования около 15 млрд. руб.
5. *Оптико-электронные приборы и технологии*
26 проектов на общую сумму около 5,5 млрд. руб.
6. *Фотоника в навигации и геодезии*
1 комплексный проект с заявленной стоимостью 2,1 млрд. руб.
7. *Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании*
20 проектов с заявленной общей стоимостью 580 млн. руб.
8. *Фотоника в научном приборостроении*
7 проектов, стоимость не определена
9. *Элементная база фотоники*
в программу по этому разделу выложено 82 проекта на общую сумму около 27 млрд. руб.

* Здесь и далее – стоимости, рассчитанные в ценах на сентябрь – октябрь 2014 г.