

УДК 621.373.826:621+339.14

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ. ЧАСТЬ 2. РЫНОК ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ И САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2014 В.Б. Афримович, В.С. Казакевич, С.И. Ярьсько

Самарский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

Поступила в редакцию 10.04.2014

В статье представлен обзор развития рынка лазерных технологий в России и Самарской области за период 2003-2013 гг.

*Ключевые слова:* лазерные технологии, лазерное оборудование, мониторинг на услуги в области лазерных технологий, лазерный раскрой металла, лазерная сварка, термообработка, лазерный региональный центр.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ мирового рынка лазерных технологий (в более общем смысле – *фотоники*) [1] показывает достаточно стабильное развитие этой отрасли мировой экономики в странах ЕС, США, Японии, Китае, где предпринимаются, в том числе и на правительственном уровне, активные усилия для ускоренного ее развития как отрасли высоких технологий. В результате средние темпы роста объемов производства фотоники в ЕС в последние 5 лет вдвое превышают темпы роста валового национального продукта [2]. Использование лазерных технологий (ЛТ) имеет решающее значение для повышения конкурентоспособности национальной экономики, расширения возможностей ее интеграции в мировую экономическую систему, определяет современный уровень производства в промышленно развитых странах.

Россия, обладая большим научно-промышленным потенциалом в области фотоники, к сожалению, существенно уступает развитым странам по масштабам ее практического использования, что наносит нашей стране заметный экономический ущерб и замедляет ее модернизацию практически во всех отраслях народного хозяйства. В связи с этим анализ рынка ЛТ в России, несомненно, необходим для разработки стратегических путей развития как самой отрасли ЛТ, так и предприятий машиностроительного

комплекса страны в части применения инновационных технологий обработки материалов.

### ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЛТ В РОССИИ

В СССР лазерная наука и техника на рубеже 80-х годов 20 века занимали в мире лидирующие позиции. Успешно работали НИИ и КБ, реконструировались и создавались новые специализированные заводы и цеха по изготовлению различной лазерной техники. Объемы производства технологических лазеров и лазерного технологического оборудования (ЛТО) в конце 70-х - начале 80-х годов были соизмеримы с мировыми объемами выпуска аналогичных изделий. На долю СССР приходилось в те годы примерно половина мирового объема производства лазерной техники, предназначенной для использования при изготовлении различной продукции прибор- и машиностроения [3].

Для современной России важнейшей составляющей ее ускоренного развития, как и для стран мирового сообщества, является интенсивное внедрение современных ЛТ в экономику. Однако в России нет, в отличие от стран ЕС, США, Японии, отрасли ЛТ как комплекса предприятий и организаций, обеспечивающих производство определенного класса продукции с общей стратегической задачей, координацией деятельности и сильными взаимными связями [4]. Есть совокупность предприятий и фирм, действующих в общем для них – лазерном – секторе рынка оборудования, технологий и услуг. Сфера деятельности, многие задачи и препятствия на пути их решения являются для них общими. По этим признакам они выделяются в отдельное сообщество, которое условно можно называть отечественной лазерной отраслью.

---

*Афримович Виктория Борисовна, ведущий инженер.*

*E-mail: afrimovich@fian.smr.ru*

*Казакевич Владимир Станиславович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по науке.*

*E-mail: kazakevich@fian.smr.ru*

*Ярьсько Сергей Игоревич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь.*

*E-mail: scisec@fian.smr.ru*

Наиболее важной ее отличительной особенностью является массовость. Ни одна другая область отечественных высоких технологий не включает в себя столько организаций, не распределена по такому большому числу регионов, не охватывает одновременно все сектора научно-технической сферы.

Следует отметить, что и сегодня Россия сохраняет огромный потенциал в области ЛТ. В стране работает около 35 тыс. специалистов по квантовой электронике, уровень подготовки которых признан во всем мире, действует немало научно-производственных центров и фирм, выпускающих лазерную аппаратуру мирового уровня. Ими создано много образцов лазерной техники, до сих пор не имеющих аналогов за рубежом, при этом по количеству НИОКР Россия все же заметно уступает США и Германии, но находится примерно на одном уровне с Францией, Великобританией, Японией и Китаем.

Однако рыночные успехи российской лазерной промышленности гораздо скромнее. В начале 90<sup>х</sup> годов прошлого столетия на фоне бурного развития мирового рынка ЛТ в России параллельно друг другу происходили два процесса – разрушение инфраструктуры высокотехнологичной лазерной индустрии «сверху» и героические попытки сохранить и развить эту индустрию «снизу». Отсутствие рыночных стимулов и неэффективность организации советской лазерной индустрии обусловили отставание отрасли ЛТ по отношению к США и Германии. Сосредоточение лазерного производства, как и других отраслей наукоемкой промышленности в гигантских НПО, финансирование которых осуществлялось в соответствии с государственным планом из единого центра, не было ориентировано на выведение конечной продукции на мировой рынок. В условиях рыночного производства такая организация превратилась в слишком громоздкую, затратную и неэффективную. Образовавшиеся в период между 1989-м и 1992 годом малые лазерные предприятия, многие из которых успешно работают и в настоящее время, начали выходить на рынок, в том числе на мировой, с вполне конкурентоспособной продукцией, созданной на базе советских разработок. Однако в период приватизации наукоемкая сфера попала в тяжелейшую ситуацию. В результате многие уникальные производства были закрыты. Сохранившиеся производства (на государственных предприятиях, в научных центрах, малых фирмах) были поставлены в очень тяжелые условия. Во-первых, в ситуации обвала промышленности существенно сократился внутренний спрос. Во-вторых, почти прекратились крупные военные заказы. В-третьих, государство фактически перестало фи-

нансировать фундаментальные научные исследования, создававшие научный задел для практических разработок. И, наконец, в-четвертых, налоговая и таможенная системы России максимально затруднили создание нормальной инфраструктуры для развития конкурентных наукоемких производств [5].

Положительные сдвиги наметились только после осени 1998 года. Лазерные фирмы, выстоявшие в годы радикальных реформ, сумели гибко отреагировать на возникший спрос со стороны промышленных предприятий на лазерное оборудование и быстро создать целый ряд моделей уникальной техники.

К середине 2006 г. [4] «лазерно-активные» предприятия и организации действовали в 9 независимых государствах на территории бывшего СССР, причем 90% от их общего числа – в России (в 1993 г. было около 80%, в 2000 г. – 87%). Сравнение с данными 2000 г. показывает, что сохраняется тенденция сокращения общего числа отечественных организаций и предприятий, занимающихся созданием лазерной техники, разработкой лазерно-оптических технологий и методик, подготовкой специалистов в области создания лазеров и ЛТ. Эта тенденция сопровождается концентрацией лазерных фирм в промышленно развитых регионах, прежде всего в столичных городах (в Москве, С.-Петербурге, Московской и Ленинградской областях сосредоточено более 55% таких организаций). В России, например, такие фирмы в 1998-2000 гг. обнаруживались в 60 регионах, в конце 2005 г. – только в 57, а число городов, где расположены эти фирмы, сократилось со 120 до 85.

По информации Лазерной ассоциации в России сейчас имеется около тысячи организаций, ведущих научные исследования в области лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий, разрабатывающих и выпускающих соответствующую технику, готовящих кадры для этой отрасли. Такие организации имеются в 56 регионах страны. Кроме того, около 400 предприятий работают в режиме “job-shop”, выполняя в 43 регионах Российской Федерации заказы на лазерную обработку материалов. В разных регионах страны действует более 10 лазерных инновационно-технологических центров (ЛИТЦ).

Полная численность разработчиков лазерно-оптической отрасли в России – около 60 тыс. чел., специалистами непосредственно в области фотоники (по образованию и/или опыту работы) являются среди них около 60%.

Объем производства в России конкурентоспособного лазерно-оптического оборудования весьма невелик (доля его мирового рынка – около 0,2%). Из-за неиспользования девальвирует-

ся имеющийся у отечественной отрасли потенциал. Отсутствие координации, должного контроля результатов НИОКР в области ЛТ, финансируемых из госбюджета, приводит к распылению средств и малой эффективности таких НИОКР для развития отечественной экономики. Имеющаяся объективная потребность российского бизнеса в лазерно-оптическом и оптоэлектронном оборудовании всё в большей степени удовлетворяет за счёт импорта. При этом многочисленные примеры организации нашими соотечественниками в последние 10 лет за рубежом успешных предприятий лазерно-оптической специализации, весьма эффективных производств новейшей фотоники, примеры разработок на отдельных предприятиях машиностроительного комплекса свидетельствуют о наличии в России и большого научно-технического задела и талантливых изобретателей и руководителей, необходимых для успешного развития отечественной лазерно-оптической отрасли, опто- и фотоэлектроники, фотоники в целом.[2] Многие разработки российских ученых не имеют аналогов за рубежом, но рыночные успехи российской лазерной промышленности достаточно скромные. Объем продаж продукции российской лазерной индустрии внутри страны и за рубежом в последние годы не превышает 100–120 млн. \$, в то время как мировые объемы продаж лазерной аппаратуры оцениваются в 50–70 млрд. \$.

Внутри отрасли идет отчетливое перераспределение кадров и производственных возможностей. К середине 2006 г. менее 55% отечественных лазерных организаций являются государственными, около 40% – уже частные, остальные перешли в разряд ОАО, отмечается устойчивая тенденция роста числа малых предприятий [4]. Количество академических институтов и ВУЗов, занимающихся исследованиями и разработками

в области лазеров и их применений, после 1998г. сокращается, отраслевые НИИ и КБ тоже уходят от этой тематики, не обладая техническими и кадровыми возможностями вести работы на современном уровне и, не имея финансирования, необходимого для выхода на такой уровень. Отсутствие активного внутреннего спроса на лазерную технику не дает им возможности разворачивать серийное производство лазерного оборудования, а выпускать его поштучно или очень малыми сериями, как это делают большинство лазерных малых предприятий, крупные НИИ, НПО и ПО не приспособлены. Структуру лазерной отрасли России вполне достоверно передает структура Лазерной ассоциации (рис. 1).

Анализ имеющихся данных [4] показывает, что наибольший годовой объем работ по лазерной тематике имеют малые предприятия – свыше 18 млн руб./год на предприятие. На втором месте – отраслевые НИИ, КБ, НПО – чуть больше 16 млн руб./год, следом с заметным отрывом идут заводы и ПО (8 млн руб./год), институты РАН (5 млн руб./год) и ВУЗы (2 млн руб./год). Это означает, что по мировым меркам практически все российские лазерные предприятия не дотягивают по объему работ даже до уровня нормального западного малого предприятия научно-технической сферы, которое обычно за год выполняет работ на 3-5 млн. \$. Однако у тех российских лазерных предприятий, которые имеют в основном зарубежных заказчиков, существенно более высокие годовые объемы, что приближает их к уровню западных коллег. При этом выработка на одного сотрудника в малых предприятиях оказывается существенно выше (до 4<sup>х</sup> раз), чем в организациях других типов.

Основной производительной силой отечественной лазерной отрасли стали малые предприятия, на которые приходится уже более 70%

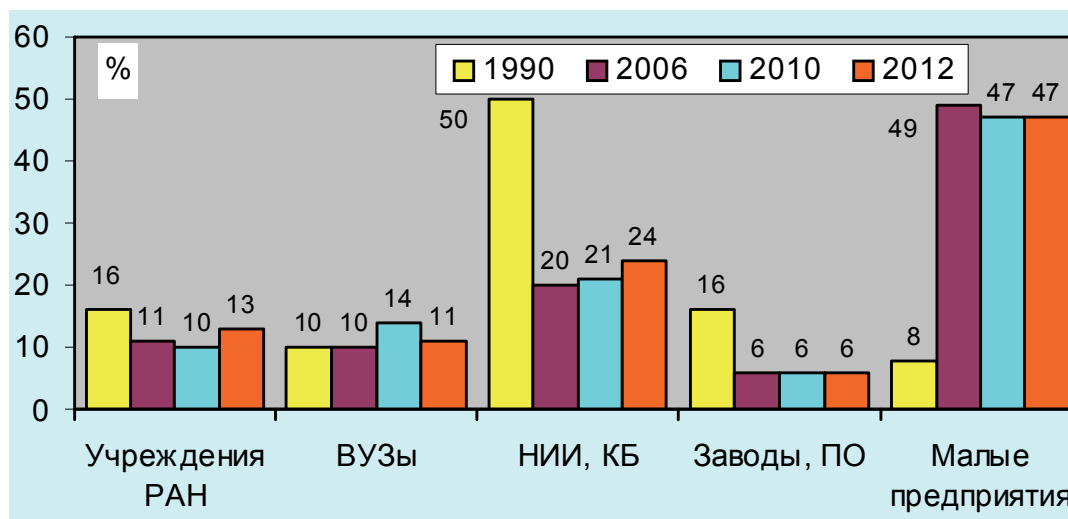


Рис. 1. Эволюция структуры организаций, входящих в Лазерную ассоциацию (без учета медицинских центров)

производства отечественной лазерной аппаратуры гражданского назначения и ее комплектующих (к сведению: подобные фирмы на Западе и в странах юго-восточной Азии являются классическим образцом малого и среднего бизнеса в области высокотехнологического производства). Данная ситуация свидетельствует о продолжающемся укреплении наиболее активных лазерных малых предприятий и о сохраняющейся тенденции к сокращению объемов лазерных НИОКР в отечественных научных и конструкторских организациях. Следует, однако, отметить, что созданные по такой схеме малые предприятия рано или поздно сталкиваются с проблемой дефицита научных идей и решений. В этой ситуации с неизбежностью возникает необходимость существования научных центров – ЛИТЦ, обладающих возможностями проведения НИР на мировом уровне в области ЛТ и активно сотрудничающих с малыми лазерными предприятиями.

Сложившаяся обстановка в области производства лазерной техники соответствует положению, когда основной задачей предприятий, занимающихся разработкой, созданием и производством лазерного оборудования, является выведение новой высокотехнологичной продукции на рынок. Не случайно на Западе значительная часть рыночной продукции на основе лазерной техники создается и производится небольшими фирмами с количеством сотрудников от двадцати до ста человек. И только в самых крупных из них, мировых лидерах вроде «*Coherent Group*», «*Lambda Physik*», «*Spectra-Physics Laser*», работает несколько сотен, максимум одна-две тысячи сотрудников. По настоящему крупные компании в лазерной индустрии (например, «*Rofin Sinar*») обычно создаются не для производства собственно лазерной техники, а для формирования сложных технологических комплек-

сов (промышленного оборудования для сварки и резки в автомобильной и авиационной промышленности и т.п.). Создание таких комплексов требует соединения усилий не только лазерщиков, но и специалистов по электронике, компьютерной технике, программистов, технологов, организации сетей сервисного обслуживания и т.д.

На рынке лазерного оборудования в России можно найти практически все виды отечественной лазерной аппаратуры, в том числе и лазерные технологические комплексы (ЛТК) для обработки материалов. Отечественные производители лазерного оборудования предлагают рынку около 1200 моделей источников лазерного излучения и 190 моделей ЛТ оборудования. По состоянию на начало 2006 года такие установки выпускают 43 российские фирмы. Номенклатура отечественных лазерных технологических установок (ЛТУ) эволюционирует в сторону удовлетворения конкретного спроса пользователей. Все меньше остается на рынке универсальных установок и все больше установок для выполнения конкретных технологических операций (точного раскроя, прецизионной обработки в приборостроении и ювелирной промышленности, лазерных маркеров и гравиров и пр.) (рис. 2). К числу ведущих отечественных производителей, выпускающих ЛТУ и ЛТК для решения задач машиностроения, относятся: ЗАО «Технолазер» (г. Шатура), ЗАО «Лазерные комплексы» (г. Шатура), ОКБ «Булат» (г. Зеленоград), НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» (г. Зеленоград), АО «ЭНИМС» (г. Москва), «Артлазер» (г. С.-Петербург), ООО «Тета» (г. Москва), АК ТМЗ (г. Тула). Центры, создающие лазерную технику находятся в Москве, С.-Петербурге, Новосибирске, Туле. В области мощных технологических СО<sub>2</sub>-лазеров и ЛТУ на их основе работают ИПЛИТ РАН (Шатура), ИСТОК (Фрязино), ИПТМ СО

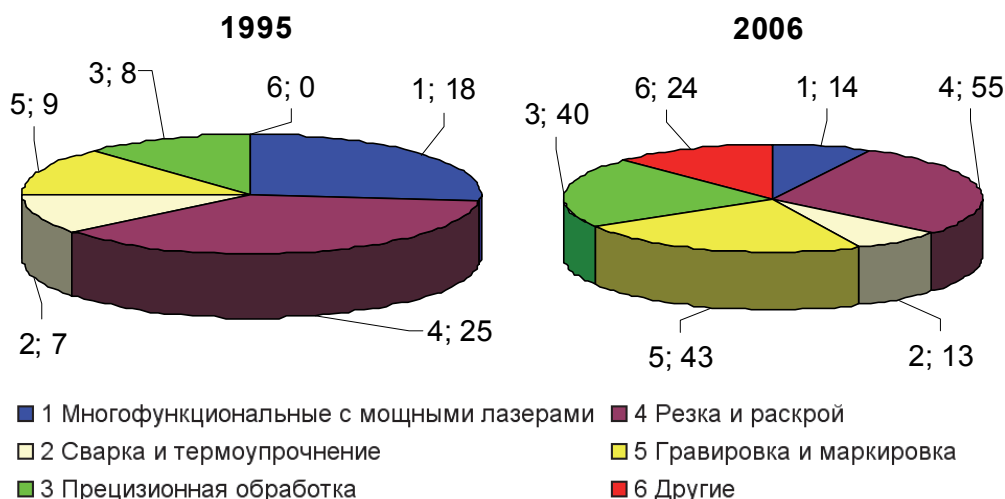


Рис. 2. Динамика производства отечественных ЛТУ (первая цифра – назначение ЛТУ согласно легенде, вторая – число моделей на рынке)

РАН (Новосибирск), ИМАШ РАН (Москва), ООО «Бластер» (Казань). Импульсные твердотельные лазеры (ТТЛ) выпускают московские фирмы «Галактика», «Лаген», «Лазеры и аппаратура», «Полюс» и «Пульсар». Несколько компаний производят мощные лазерные диоды: «Полюс» (Москва), «Полупроводниковые приборы» (С.-Петербург), «Инжект» (Саратов). Непрерывные и импульсно-периодические ТТЛ и технологические установки мощностью до 1 кВт изготавливает «Туламашзавод» (Тула). Существует небольшое количество фирм – производителей лазеров с диодной накачкой, в основном маломощных, для применения в метрологии и медицине.

Отечественные универсальные ЛТК «Камин» (ФГПУ «НПП «Исток», Фрязино), ЛТК-ЗМ (ООО «Бластер», Казань), «Славянка» (НИИЭФА, г. Санкт-Петербург) отличаются многофункциональностью и предназначены для выполнения разнообразных технологических операций: размерной и разделительной резки листовых металлических и неметаллических материалов, сварки однородных и разнородных металлов, лазерной поверхностной обработки (термоупрочнения инструмента и технологической оснастки, наплавки и т.д.). Использование их в производстве позволяет осуществлять лазерную термическую обработку с производительностью более 50 мм<sup>2</sup>/с (ЛТК «Камин», «Славянка») [6]. Одной из основных задач специализированных ЛТК на базе СО<sub>2</sub>-лазеров ТЛ-1,5; ТЛ-2,5, выпускаемые АО «Лазерные комплексы», является термообработка деталей машин и станков.

Существенные изменения, произошедшие в последние годы в секторе рынка, включающем лазерную обработку материалов, связаны с ежегодно расширяющимся производством волоконных лазеров и ЛТУ на их основе. В России разработку и выпуск комплексов с волоконными лазерами ведут ряд известных компаний: «ВНИТЭП» (Дубна), «НИИ ЭСТО - Лазеры и аппаратура ТМ» (Зеленоград), НПФ «ТЕТА» (Москва), «Лазерный центр» (Санкт-Петербург), НПК «Рapid» (Воронеж) и др., но предлагаемое ими оборудование – порталного типа и предназначено только для резки.

Экспортируемая часть лазерной продукции российского производства весьма невелика. Покупателями отечественного ЛТО в абсолютно подавляющем большинстве случаев являются российские организации, причем большей частью негосударственные.

Следует отметить, что большая часть потребности машиностроительных предприятий СНГ в лазерном оборудовании может быть «закрыта» очень небольшой номенклатурой имеющихся отечественных установок. Необходимо только разработать и

внедрить типовые лазерные участки и/или комплексы для резки листового материала, маркировки серийной продукции, шовной сварки «встык», наплавки и упрочнения типичных деталей (коленчатые валы, гильзы цилиндров и п.т.) [7].

Анализ информации о распределении материально-трудовых ресурсов лазерных организаций по видам деятельности свидетельствует о том, что заметную долю своих ресурсов отводят на НИОКР заводы и малые предприятия (11% и 25% соответственно) [4]. С другой стороны, выполняя большой объем НИОКР (~50%) в части создания лазеров и ЛТ институты РАН, ВУЗы и ВУЗовские НИИ практически не производят лазерное оборудование (менее 2,5%). Анализ данных фактов позволяет сделать вывод о том, что в России академические разработки в производстве приживаются крайне слабо. Эти данные, а также тот факт, что консалтингом и предоставлением информационных услуг гораздо активнее занимаются заводы, чем научные или ВУЗовские организации свидетельствует о том, в России нарушена связь между наукой и производством. В этой ситуации востребованным оказывается существование ЛИТЦ, как связующего звена между академической и вузовской наукой и производством.

Отражением этого системного кризиса является и то, что подготовка кадров для работы с ЛТ происходит, в основном, в ВУЗах. Учитывая моральную и физическую изношенность парка лазерного оборудования большинства российских технических ВУЗов, можно сделать вывод о том, что качество подготовки «лазерных» специалистов неуклонно снижается. Те же предприятия, на которых есть относительно новое лазерное оборудование, подготовкой кадров практически не занимаются.

К сожалению, в России промышленное применение лазеров для обработки материалов тормозится дороговизной импортного оборудования и отсутствием современных мощных отечественных технологических лазеров, а также нехваткой квалифицированных кадров.

Исследование вопроса об источниках финансирования работ по лазерной тематике в России свидетельствуют о том, что финансовой опорой для российских фирм-производителей лазерной техники являются собственные средства, для академических и ВУЗовских организаций - федеральный бюджет и зарубежные гранты, и никаких промежуточных комплексных вариантов нет [4]. Доступа к региональному бюджету «лазерные» предприятия России практически не имеют. Создание региональных ЛИТЦ в значительной степени могло бы решить вопрос подготовки и переподготовки кадров и оснащения современным оборудованием.

Следует констатировать, что российская лазерная индустрия выжила благодаря мощному научно-техническому и материальному заделу, созданному до начала рыночных форм, сохранившейся системе подготовки кадров в лучших ВУ-Зах и самоотверженной работе высококлассных и инициативных специалистов. Возрождение отрасли ЛТ в России во многом зависит от политики государства в этой области, от государственной поддержки, которая должна быть продуманной и последовательной. В оптимальном варианте должны финансироваться конкретные проекты, возможна поддержка лазерной индустрии через общенациональные стратегические программы. Таковой в настоящее время является технологическая платформа «Фотоника» (утверждена решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям 1 апреля 2011 г.), призванная консолидировать усилия организаций и предприятий на пути достижения конкретных результатов в области реализации комплексных инвестиционных проектов, в том числе и на предприятиях машиностроительного комплекса России. План мероприятий («дорожная карта») «Развитие оптоэлектронных технологий (фотоники)», утвержденный распоряжением Правительства России № 1305-р от 24 июля 2013 г., предусматривает, в том числе и мероприятия, обеспечивающие продвижение технологий фотоники в промышленность. С другой стороны, необходимо всесторонне повышать инвестиционную привлекательность российских компаний, работающих на рынке высоких технологий, в частности поощрять перспективные, рыночно ориентированные разработки, стимулировать наукоемкий экспорт и пр. Комплексная целенаправленная деятельность государственных органов при всестороннем содействии заинтересованных лазерных компаний и организаций способна вывести Россию из затянувшегося кризиса в сфере разработки, производства и потребления продукции рынка ЛТ.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно утверждать, что одним из эффективных способов реализации «дорожной карты» ТП «Фотоника» может быть создание региональных ЛИТЦ по примеру уже созданных и действующих, например, в Германии.

#### **ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЛТ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В 2003, в 2006 и в 2013 гг. Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева РАН провел мониторинг спроса и предложения на услуги в части лазерной обработки материалов. Сравнение полученных результатов и их после-

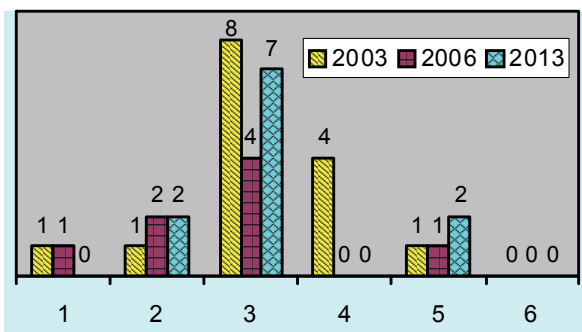
дующий анализ позволили проследить динамику состояния ЛТ в Самарской области, сделать вывод о востребованности ЛТ и выявить некоторые тенденции.

Мониторинг 2013 г. показал, что в Самарской области за анализируемый период число предприятий, использующих ЛТ, выросло по сравнению с 2006 г., но не достигло уровня 2003 г. (15 в 2003 г., 8 в 2006 г., 11 в 2013 г.). Анализ полученных данных позволяет представить усредненный тип предприятий Самарской области, использующих или собирающихся использовать ЛТ для решения конкретных производственных задач.

Предприятия, использующие ЛТ – это, прежде всего, акционерные общества различных типов (82%) которые образовались, как правило, на базе ранее существовавших государственных предприятий и выпускают разнообразное электротехническое оборудование, металлоконструкции, электродвигатели и трансформаторы, ракетно-космическую технику, авиационные двигатели, пневмо- и гидроагрегаты для авиационной, сельскохозяйственной и автомобильной промышленности, гидравлические, пневматические и топливные системы, мебель, легковые автомобили, технологическое оборудование.

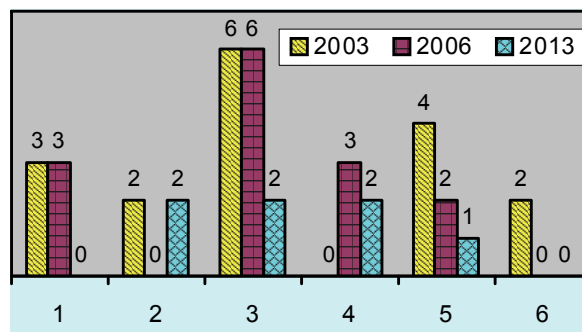
В 2013 г. среди 11 (в 2006 г. – 8, в 2003 г. – 15) организаций, использующих лазерные технологии 18% (2 организации) относятся к государственной форме собственности (ВУЗы). Остальные предприятия относятся к акционерным обществам различных типов (рис. 3).

Среди 7 (в 2006 г. – 14, в 2003 г. – 15) предприятий, которые хотели бы использовать в своем производстве ЛТ, тоже есть предприятия, относящиеся к государственной форме собственности, (в 2006 г. их не было вообще, в 2003 г. – 13%) (рис. 4.). Число предприятий, относящихся к акционерным обществам различного типа составляет 71%, что приблизительно соответствует уровню 2003 и 2006 гг. При этом следует отметить, что в 2013 г. по сравнению с уровнем 2003 г. почти в 2,5 раза сократилось общее число предприятий, ответивших при опросе, что они готовы использовать ЛТ в производстве выпускаемой ими продукции. Это является следствием, по крайней мере, двух причин: 1 – возросшей степени неинформированности предприятий о возможностях ЛТ и 2 – безразличия предприятий к повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой ими продукции и стремления удержаться на рынке иными, менее затратными способами. В этой ситуации ЛИТЦ как структура, координирующая деятельность предприятий в области ЛТ, мог бы взять на себя функции информационного обеспечения и ЛТ аутсорсинга.



1 – частная, 2 – государственная, 3 – ОАО, 4 – ЗАО, 5 – ООО, 6 – смешанная

**Рис. 3.** Форма собственности предприятий Самарской области, использующих лазерные технологии при производстве продукции



**Рис. 4.** Форма собственности предприятий Самарской области, готовых использовать лазерные технологии при производстве продукции

Анализ данных мониторинга показывает, что в значительной степени ЛТ в Самарской области сосредоточены на предприятиях с числом работников более 2000 человек (50%) и более 1000 человек (20%), что имеет вполне логичное объяснение. Объективно внедрение ЛТ в Самарской области первоначально происходило на крупных предприятиях - монополистах автомобильной, авиакосмической и оборонной отраслей промышленности с большим числом сотрудников. Несмотря на трудный период политико-экономических реформ 90<sup>х</sup> годов 20 века, в основном, этим предприятиям удалось сохранить лидирующее положение в указанных отраслях, свой кадровый и экономический потенциал.

Среди предприятий Самарской области, которые предполагают внедрять на своем производстве ЛТ ситуация похожая, хотя и имеются некоторые отличия. Прежде всего, внедрять ЛТ в производство хотели бы предприятия, численность работников которых составляет 1000-2000 человек (29%) однако нет предприятий с численностью более 2000 чел (в 2006 г.-36%). Практически нет «лазерных» предприятий с числом сотрудников менее 200 человек. Данные факты свидетельствуют либо о низкой активности в области ЛТ небольших предприятий, либо об отсутствии сведений об их деятельности по данным мониторинга в связи с опасениями за положение предприятия на рынке ЛТ Самарской области или о невозможности функционирования данного типа предприятий в рыночных условиях российской экономики.

Лазерные технологии в Самарской области традиционно развивались на предприятиях автомобильного, авиакосмического и оборонного комплексов. Это отражает сложившуюся структуру парка ЛТ оборудования Самарской области, где большую часть оборудования представляют установки по лазерному раскрою материалов (39%), маркировке (28%) и лазерной сварке

(22%) (рис. 5). Анализ структуры парка ЛТО позволяет констатировать значительный рост количества установок для операций маркировки, который, однако, при этом остается ниже уровня 2003 г. Ниже уровня 2003 г. более, чем в 2 раза остается и количество установок для операций сварки. Общая картина оснащенности предприятий лазерным оборудованием такова, что можно отметить рост заинтересованности предприятий в освоении новых наукоемких технологий, выражающийся в количественном увеличении парка специализированных ЛТУ более чем на 60%. Потребность предприятий, например, в приобретении ЛТУ для операции термоупрочнения, которая по данным мониторинга 2006 г. составляла 18%, в 2013 г. подкреплена наличием оборудования, которого все еще явно недостаточно для удовлетворения потребностей предприятий (12% по данным 2013 года).

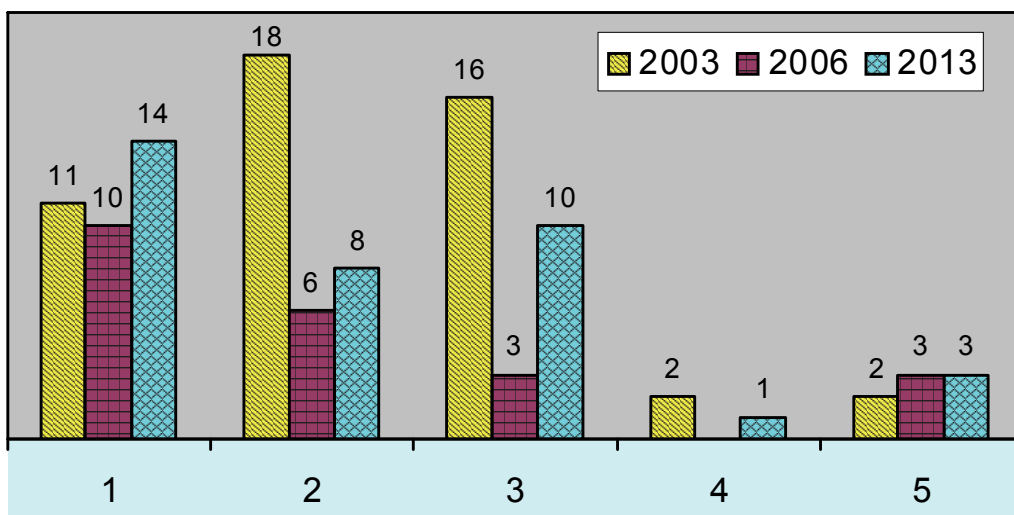
Учитывая, что потребности в освоении новых технологий часто превышают возможности отдельных предприятий в приобретении и обслуживании нового ЛТО, с необходимостью становится исключительно важным решение вопроса о создании регионального ЛИТЦ, обладающего широкими технологическими возможностями.

Следует отметить, что количество лазерных установок по сравнению с 2006 г. увеличилось, появились установки по термоупрочнению (в 2006 г. их не было вообще). На уровне 2006 г. осталось количество лазерных установок для операций прототипирования, резки и сверления керамики, подгонки тонкопленочных резисторов.

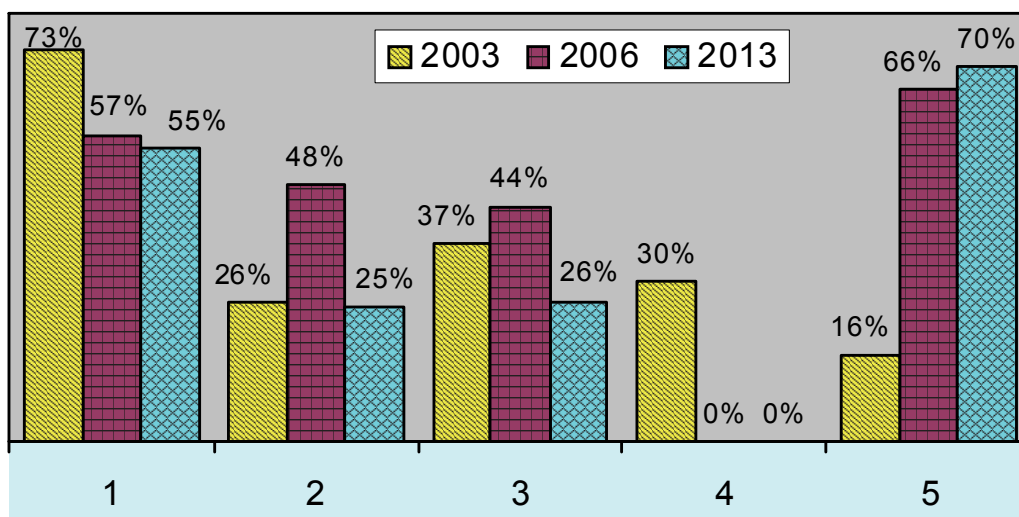
С сожалением приходится констатировать, что практически не повысилась эффективность использования лазерного оборудования. Это показывает анализ степени загрузки ЛТО (рис. 6).

В 2013 году уменьшилась загрузка ЛТО практически на всех технологических операциях машиностроительного комплекса: на операциях лазерного раскроя (с 57% до 55% – относительно





**Рис. 5.** Количество единиц лазерного оборудования (ось ординат) по типам лазерных технологических операций на предприятиях Самарской области: 1 – для раскроя, 2 – для сварки, 3 – для маркировки, 4 – для термоупрочнения, 5 – другое



**Рис. 6.** Степень загрузки ЛТО на предприятиях Самарской области на операциях: 1 – лазерного раскроя, 2 – лазерной сварки, 3 – лазерной маркировки, 4 – лазерного термоупрочнения, 5 – другое

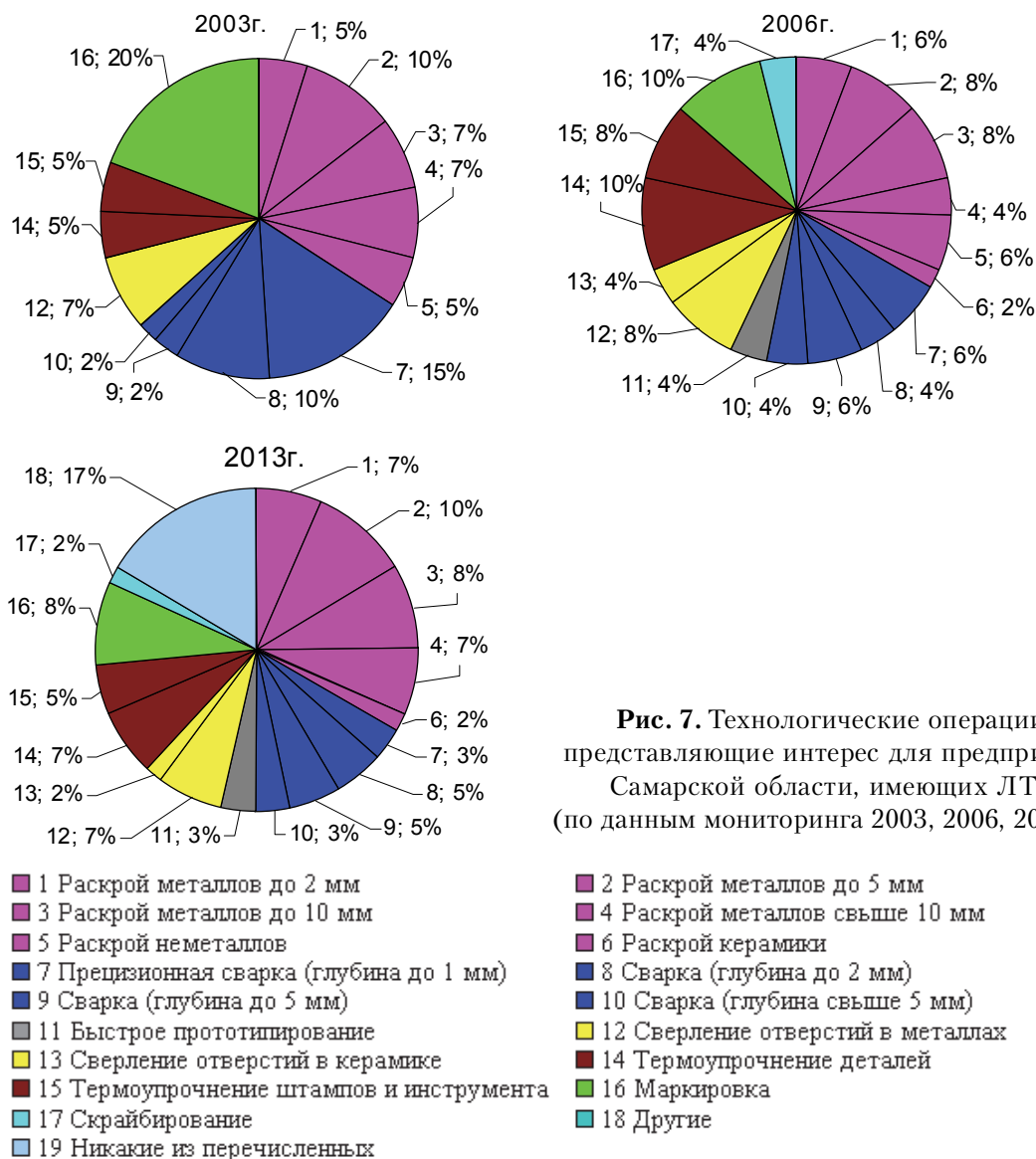
2006 года, на 25% – относительно 2003 года), на операциях сварки (с 48% до 25%) и маркировки (с 44% до 26%), не используется оборудование для термоупрочнения (рис. 6). Тем не менее, немного выросла нагрузка ЛТО, занятого на операциях прототипирования, резки и сверления керамики, – около 70% рабочего времени (в 2006 – 67%). Это, скорее всего, обусловлено спецификой производства ряда промышленных предприятий, работающих в секторе выпуска высокотехнологичной продукции и заинтересованных в повышении ее конкурентоспособности. Относительно высокая степень загрузки ЛТО по лазерному раскрою обусловлена использованием его на крупных предприятиях с налаженным циклом производства и большими объемами заказов.

Существующая низкая эффективность использования ЛТО может быть обусловлена рядом объективных причин: 1 – отсутствием необходимого обслуживающего персонала, 2 – изношенностью ЛТО, 3 – недостаточной квалификацией кадров, 4 – низкой информированностью предприятий о возможностях ЛТ и др. Все эти причины могут быть устранены при наличии действующего регионального ЛИТЦ.

Наибольший интерес для предприятий Самарской области, уже имеющих лазерную технику, представляют технологические операции, основные из которых приведены на рис. 7.

Как видно, в 2013 г. наибольший интерес представляют операции по лазерному раскрою металлов (до 2 мм (7%), до 5 мм (10%), до 10 мм (8%),





**Рис. 7.** Технологические операции, представляющие интерес для предприятий Самарской области, имеющих ЛТО (по данным мониторинга 2003, 2006, 2013 гг.)

свыше 10 мм (7%), сверлению отверстий в металлах (7%), термоупрочнению деталей, штампов и инструмента (12%) и лазерной маркировке (8%). Потребности предприятий в этих операциях сохраняются стабильно высокими с 2003 года. Однако следует отметить, что, по сравнению с 2006 г. уменьшились потребности в прецизионной сварке (в 2 раза), сверлении отверстий в керамике (в 2 раза), термоупрочнении (на 33%) и скрайбировании (в 2 раза), на том же уровне остался интерес к прототипированию (3-4%). У ряда предприятий появился интерес к новым, ранее не востребованным операциям: лазерной резке тонких листов металлов (6,7%), глубокой гравировке (3,3%), обработке композиционных материалов (3,3%).

Установленная тенденция уменьшения потребностей в реализации наукоемких операций может свидетельствовать об устойчивом падении квалификации персонала, от которого требуется их выполнение. Данная ситуация может быть

изменена в результате деятельности лазерного центра, одной из основных задач которого является разработка новых лазерных технологий.

Структура распределения технологических операций, представляющих интерес для предприятий, имеющих ЛТО, остается практически неизменной на протяжении с 2003 по 2013 гг. Сектор рынка, включающий операции раскроя, остался неизменным и составляет 34%, потребности в операциях сварки металлов различных толщин уменьшились весьма существенно (29% – 20% – 16%), по сравнению с 2003 г. также уменьшился интерес к операции лазерной маркировки (20% – 10% – 8%). Наиболее вероятной причиной такого нестабильного спроса в данных технологических операциях является разнородность потребностей предприятий, ответивших на анкеты мониторинга в разные годы опроса.

Для категории предприятий, которые не имеют в настоящее время лазерной техники, но испытывают потребность в ее приобретении, наиболее

ший интерес представляют операции по лазерному раскрою металлов толщиной до 10 мм (13%) и более 10 мм (13%), по лазерной сварке глубиной до 5 мм и свыше 5 мм, лазерной маркировке (13%) и термоупрочнению деталей, штампов и инструмента (19%). Причем, в целом, по-прежнему, хотя и в меньшей, чем в 2003 г. и 2006 г. степени, наиболее востребованной технологической операцией для таких предприятий остается операция по лазерному раскрою и термоупрочнению материалов. По сравнению с 2003 г. и 2006 г. снизился интерес к лазерному сверлению металлов и маркировке, уменьшилась потребность в лазерном раскросе металлов. Вместе с тем, к 2013 г. для этой категории предприятий возникла потребность в лазерной резке тонких листов металлов.

Одним из вопросов мониторинга был вопрос о состоянии и возрасте имеющегося лазерного оборудования. Ответы показали, что по сравнению, с 2003 и 2006 гг., где больше половины оборудования имело возраст от 10 лет и старше, за последние 7 лет произошло значительное обновление оборудования (возраст которого не превышает 8 лет). Есть и совсем новое оборудование.

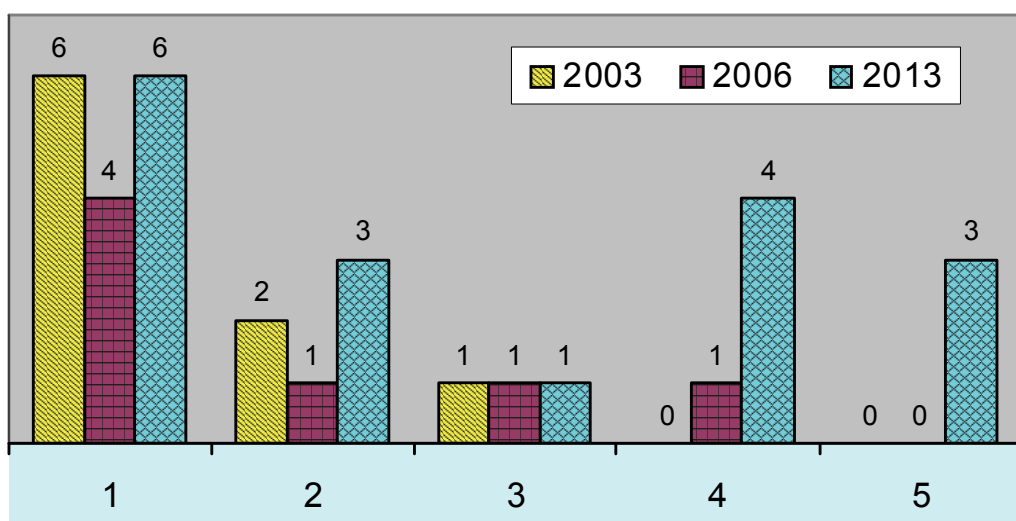
Что касается вопроса о приобретении нового оборудования, то наибольший интерес предприятия проявляют к лазерным установкам для крупноформатного раскроя. Интересным является вопрос о предпочтительной форме приобретения ЛТО (рис. 8). В 2013 г. по сравнению с 2006 г., выросла доля предприятий, которые хотели бы купить ЛТО, но также увеличилась доля предприятий, желающих воспользоваться услугами лазерного центра и аутсорсинга.

Большая часть предприятий, использующих лазерное оборудование, стремится приобрести

оборудование. Это можно объяснить тем, что, для таких предприятий характерны большие объемы производства с налаженным технологическим циклом. Для них естественным желанием является приобретение в любой форме оборудования и размещение его на своей территории. Тем не менее, эти же предприятия не против создания регионального лазерного центра, который мог бы взять на себя выполнение части задач предприятия.

Эксплуатация ЛТО предполагает наличие высококвалифицированного обслуживающего персонала. Проведенный мониторинг показал, что по сравнению с 2006 г. обеспеченность «лазерными» кадрами увеличилась, однако полностью обеспечены кадрами лишь около 46% предприятий. Частично обеспечены кадрами около 27% предприятий. Столько же предприятий не обеспечены «лазерными» кадрами. На предприятиях, не имеющих в настоящее время ЛТО, кадров по обслуживанию лазерных установок нет. Решение этой острой проблемы может быть осуществлено в рамках деятельности регионального лазерного центра.

Важным вопросом эффективного и безопасного использования ЛТО является вопрос информационного обеспечения предприятий в области ЛТ. Анализ результатов мониторинга показывает, что среди предприятий, владеющих ЛТ, в 2013 г., наибольший интерес (18%) вызывает информация по ремонту и обслуживанию лазерного оборудования. Интерес также представляет информация о технологических возможностях оборудования (14%) и об организациях, оказывающих услуги по лазерной обработке (14%). Эффективное информационное обеспечение предприятий должно стать одной из основных задач лазерного центра.



**Рис. 8.** Предпочтительная форма приобретения ЛТО предприятиями Самарской области, использующими ЛТ в своем производстве (по данным мониторинга 2003, 2006 и 2013 гг.):  
 1 – покупка, 2 – лизинг, 3 – аренда, 4 – использование оборудования лазерного регионального центра, 5 – услуги аутсорсинга

Потребность в ЛТ привела к созданию в Самаре за последние годы ряда частных коммерческих предприятий, которые предоставляют услуги по изготовлению ЛТ оборудования, его ремонту и сервисному обслуживанию, по лазерному раскрою и маркировке деталей. Перечни услуг, которые оказывают эти предприятия, не повторяются, поэтому на рынке услуг они между собой не конкурируют. Вследствие того, что эти предприятия имеют разные объемы производств и разные стратегии развития, кооперации своей деятельности, а тем более какого-то, даже минимального, объединения эти предприятия не допускают. Общее, что их объединяет – используя, прежде всего, собственные финансовые ресурсы, расширять объем производства, модернизируя старое и закупая новое технологическое лазерное оборудование.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ситуации, сложившейся на рынке ЛТ в Самарской области, указывает на то, что для ее исправления весьма желательна государственная поддержка в лице Правительства Самарской области при организации маркетинговых, консалтинговых, образовательных услуг из единого центра и открытом всестороннем сотрудничестве всех заинтересованных организаций. В целом объективно ситуация складывается таким образом, что предприятия самостоятельно в условиях рыночных отношений приходят к необходимости использования ЛТ в своем производстве. Ускорение этого процесса возможно и неизбежно

при консолидации всех сил, заинтересованных в развитии не только лазерной техники и технологий, но и отдельных секторов машиностроительной отрасли в целом, как сосредоточения высокотехнологичных процессов наукоемких ресурсо- и энергосберегающих технологий. Наиболее эффективно данные задачи могут быть решены в рамках деятельности регионального лазерного инновационного технологического центра.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Казакевич В.С., Яреско С.И.* Тенденции развития рынка лазерных технологий для решения задач лазерной обработки материалов. Часть 1. Мировой лазерный рынок // Настоящий номер журнала. С. 266-275.
2. Технологическая платформа “Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии - фотоника” (Стратегическая программа исследований (предварительная версия)). Москва: ЛАС, январь 2012 г. 48с. URL: <http://www.cislaser.com/rus/trdoc.htm> (дата обращения 25.03.2014).
3. Вакуленко В.М. Лазерная технология: нужна ли она России? // Лазер-информ. 2006. №348. С.1-5.
4. *Ковш И.Б.* Лазерная отрасль в СНГ и Балтии: состав, структура, продукция в 2004-2006 гг. // Лазер-информ. 2006. №338.
5. Сапрыкин Д. Цена русских лазеров // Русский предприниматель. 2002. №3-4. URL: <http://www.ruspred.ru/arh/03/28rr.html> (дата обращения 25.03.2014).
6. Лазерные технологические установки, выпускаемые в странах СНГ и Балтии. Каталог-справочник. М.: Научно-технический информационно-учебный центр ЛАС, 2004. 94с.
7. *Вакуленко В.М., Ковш И.Б.* Лазерные технологии в машиностроении: объединение усилий стран СНГ // Лазер-информ. 1999. Спецвыпуск, май. С.1-5.

## TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF LASER TECHNOLOGIES FOR THE SOLUTION OF PROBLEMS OF LASER PROCESSING OF MATERIALS. PART 2. THE MARKET OF LASER TECHNOLOGIES IN RUSSIA AND THE SAMARA REGION

© 2014 V.B. Afrimovich, V.S. Kazakevich, S.I. Yaresko

Samara Branch of P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences

In article the review of development of laser technologies market in Russia and Samara region for the period 2003-2013 years is presented.

*Key words:* laser technologies, the laser equipment, monitoring on services in the field of laser technologies, laser cutting, laser welding, laser treatment, the laser regional centre.

---

*Victoriya Afrimovich, Management Engineer.*

*E-mail: afrimovich@fian.smr.ru*

*Vladimir Kazakevich, Candidate of Physics and Mathematics, the Deputy Director on Science, Senior Scientific Employee.*

*E-mail: kazakevich@fian.smr.ru*

*Sergei Yaresko, Dr.Sci.Tech., the Scientific Secretary, Senior Scientific Employee. E-mail: scisec@fian.smr.ru*