



## Представляем победителей VII Конкурса ЛАС (2013г.) на лучшую разработку в области лазерной аппаратуры и лазерных технологий

*Номинация «Лазерное оборудование и технологии  
для технических измерений, диагностики и контроля процессов»*

### Лазерный дальномерный модуль

Создание импульсных лазерных дальномеров (ЛД) с безопасной для зрения длиной волны излучения вблизи 1,5 мкм радикально упростили порядок их применения в гражданской сфере. Соответственно прогнозируется резкое увеличение потребности в безопасных для зрения ЛД различного конструктивного облика. В перспективе дальномерный канал станет необходимой принадлежностью систем наблюдения наземных, морских и авиационных объектов, беспилотных летательных аппаратов (БЛА), получивших широкое распространение в настоящее время, а также дистанционных систем мониторинга.

Появление лазерных излучателей с накачкой полупроводниковыми диодами существенно повысило технические характеристики дальномеров – стали достаточно легко осуществимы режимы с частотой измерения до 5 Гц без применения сложных систем охлаждения благодаря повышению эффективности накачки. Нами разработан такой образец лазерного дальномерного модуля (см. **рис.1**).

Обычная (классическая) структурная схема импульсного дальномера содержит 3 основных функциональных блока:

- передающий канал на основе излучателя на Yb-Er стекле с диодной накачкой (с длиной волны излучения 1,54 мкм), работающий в режиме модуляции добротности;
- приёмный канал с pin-фотодиодом на InGaAs-

фотодиоде, находящимся в фокусе зеркально-линзового телескопа;

- электронный блок управления работой дальномера – измеряет временные интервалы между излученным лазерным импульсом и принятым фотоприёмником эхо-сигналом, формирует токовый импульс питания излучателя, обеспечивает связь с внешними устройствами, ведёт учет наработки прибора; Передающий канал состоит из излучателя и

#### *В номере:*

- **Представляем победителей VII Конкурса ЛАС на лучшую разработку в области лазерной аппаратуры и лазерных технологий:**
  - ▶ Лазерный дальномерный модуль
  - ▶ Импульсные лазеры для промышленного применения с активной модуляцией добротности
  - ▶ Наборная решётка лазерных диодов непрерывного режима работы типа 32ДЛ-1000-808
- **О создании Центра подготовки кадров для ВПК в Саратове**
- **ЮБИЛЕИ. В.И.Югову – 75!**
- **БИБЛИОТЕКА ЛАС – НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ**
- **ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ**

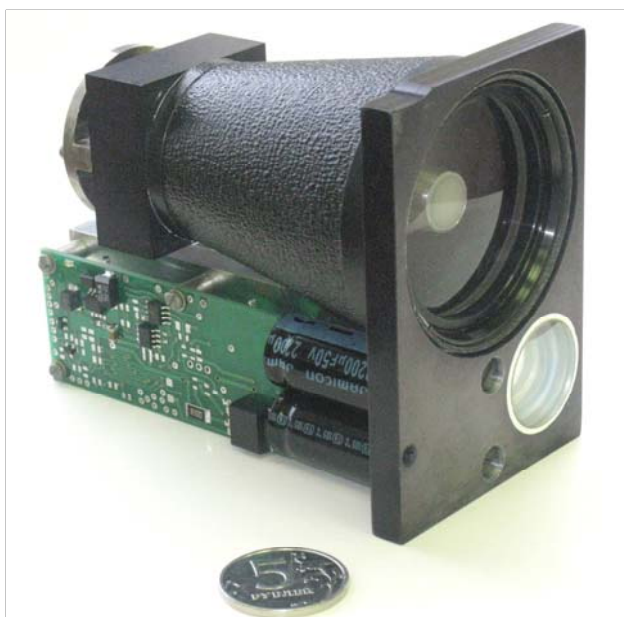


Рис.1 Фото дальномерного модуля.



Рис.2 Матрица полупроводниковых лазеров.

телескопа (формирователя лазерного излучения). Использован лазер на Yb-Er-стекле с накачкой матрицей лазерных диодов на InGaAs, излучающей на длине волны 940 нм (рис.2). Длина волны накачки, изменяющаяся с температурой, остаётся в пределах широкой полосы поглощения ионов иттербия, который эффективно передаёт энергию возбуждения на соседние ионы эрбия, излучающие на безопасной для зрения длине волны 1,54 мкм. Большое время жизни возбужденного состояния ионов  $Er^{3+}$  (порядка 6 мкс) позволяет получить требуемую энергию накачки с относительно небольшой мощностью излучения диодного источника и длинным импульсом (2-3 мс), что упрощает требования к матрице лазерных диодов. Матрица состоит из 20 слоёв активной среды, по электрической схеме включенных последовательно. Тело свечения матрицы имеет размеры 2x16 мм, что соответствует размерам боковой грани активного элемента, через которую осуществляется ввод излучения накачки. Рабочее напряжение матрицы поряд-

ка 35 В, ток инжекции 16-20 А, выходная мощность излучения  $\geq 300$  Вт в импульсах длительностью до 4 мс. Максимальная частота повторения – 5 Гц в сериях длительностью до 15 секунд. В лазерном излучателе применен пассивный затвор и схема автоматической регулировки длительности накачки, отключающая ток накачки при появлении моноимпульса излучения. Выходная энергия моноимпульса на длине волны 1,54 мкм  $\geq 4$  мДж (в варианте с НПВО-затвором – до 15 мДж). В экспериментальных образцах использовался излучатель с пассивным затвором.

Приёмный канал – зеркально-линзовый объектив диаметром 45 мм, в фокусе которого расположен *pin*-фотодиод с диаметром чувствительной площадки 200 мкм. Структурная схема приёмного канала представлена на рис.3. Контррефлектором, выделяющим принимаемое излучение с длиной волны 1,54 мкм, является зеркало с диэлектрическим покрытием. При необходимости приёмный канал может быть дополнен видеокамерой установленной в плоскости визирного канала (7).

В соответствии со структурной схемой фотоприёмное устройство выполнено в виде двух блоков: собственно приемного, содержащего фотодиод с входным усилительным каскадом (4) (см. рис.3) и электронной платы (5), содержащей линейный усилитель, компаратор, схему ВАРУ и т.п., все элементы ФПУ размещены в тубусе объектива приёмного канала и практически не занимают дополнительного объема.

Электронный блок построен на базе 32-битного микропроцессора, управляющего всеми электронными частями дальномера и обеспечивающего связь с внешними управляющими приборами. Применение полупроводниковой накачки существенно упростило электронную часть прибора, отпала необходимость в характерных для ламповых систем вы-

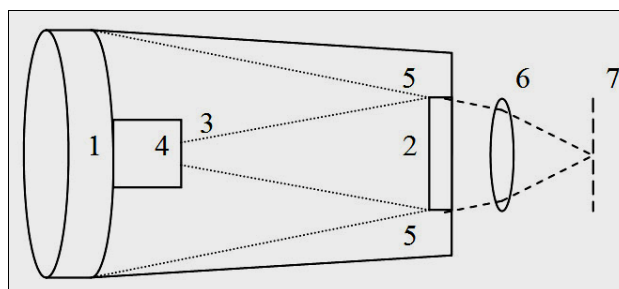


Рис.3 Схема приемного канала лазерного дальномерного модуля.

1 – первый компонент приемно-визирного объектива (служит приемным объективом); 2 – спектроделитель «Зеркало»; 3 – приемная площадка фотодиода; 4 – объём предусилителя; 5 – объём компаратора-формирователя и вторичных источников питания фотоприёмного устройства; 6 – второй компонент приемного канала (или оборачивающая система), при необходимости дополнения визирным каналом; 7 – плоскость изображения визирного канала.

Табл.1 Основные технические характеристики дальномерного модуля, подтвержденные в ходе натурных испытаний

|   |                        |
|---|------------------------|
| Длина волны излучения   | 1,54 мкм               |
| Длительность импульса излучения по полувысоте   | 20 нс                  |
| Энергия импульса излучения на выходе телескопа  | 4 мДж                  |
| Расходимость излучения по уровню 0,86   | 1 мрад                 |
| Частота следования в непрерывном режиме   | 1 Гц                   |
| Максимальная частота следования в серии длительностью до 15 с   | 5 Гц                   |
| Диапазон измеряемых дальностей  | 100-9990м              |
| Максимальная ошибка измерения   | ±10м                   |
| Вероятность достоверного измерения  | >0,9                   |
| Обмен информацией   | RS232                  |
| Диапазон рабочих температур без термостабилизации электролитического накопительного конденсатора          | -20 +50 <sup>0</sup> С |
| Температурный диапазон при подогреве накопительного конденсатора при температурах ниже -20 <sup>0</sup> С | -50 +50 <sup>0</sup> С |
| Первичное питание   | 10÷14В, 5А             |
| Масса   | 0,7 кг                 |

соковольтных сильноточных блоках поджига и накачки. Благодаря этому фактически снимаются проблемы борьбы с помехами, отпадает необходимость в изоляции высоковольтных цепей. Появляется возможность размещения блока заряда накопителя, системы регулировки накачки, а также блока обмена и управления на одной печатной плате, что существенно упрощает изготовление прибора и повышает его надежность. Отсутствие регулируемых и подборных элементов хорошо согласуется с массовым производством. Система регулировки

накачки с обрывом тока матрицы по импульсу генерации повышает эффективность накачки и уменьшает тепловыделение при работе в частотном режиме, упрощает работу в диапазоне температур, когда изменяется эффективность накачки.

Конструктивно дальномерный модуль собран на жесткой раме, обеспечивающей надежное крепление всех блоков и сохранение параллельности оптических осей передающего и приемного канала в различных климатических условиях, а также при механических воздействиях. Металлический кожух защищает объем дальномера от воздействия влаги и пыли. В составе оптико-электронного комплекса модуль может крепиться как за нижнее основание, так и за передний фланец.

Такая компоновка позволяет использовать данный комплект блоков для установки даже в серийные (с доработками) средства наблюдения, например, в полевые бинокли, где светоделительное покрытие возможно нанести на поверхность одной из призм оборачивающей системы.

В **табл.1** приведены основные технические характеристики дальномерного модуля, подтвержденные в ходе испытаний.

Планируется дальнейшее совершенствование дальномерного модуля и расширение областей его возможного применения:

- обеспечение работы дальномера без подогрева накопительных конденсаторов при температурах ниже – 20<sup>0</sup>С;
- повышение частоты следования до 10 Гц и выше;
- применение активного затвора для увеличения эффективности лазерного излучателя.

**В.А.Пашков, А.А.Плешков, Р.А.Тюхменев,  
В.Н.Быков, С.М.Сапожников, А.И.Данилов,  
ОАО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха, Москва**



@Рис.4 Внешний вид дальномерного модуля, установленного на фотоштативе.

**Номинация «Источники лазерного излучения  
и системы управления лазерным лучом»**

**Импульсные лазеры для промышленного применения  
с активной модуляцией добротности**

**В** настоящее время чрезвычайно бурно развиваются области промышленности, которые можно объединить одним словом «микрообработка». В соответствии с этими тенденциями группа «ЛАЗЕР-КОМПАКТ» разрабатывает и предлагает на рынок новую серию лазерных источников излучения с активной модуляцией добротности для промышленных применений под общим названием «ТЕХНОЛОГИЯ».

Разработка данной серии основана на многолетнем опыте компании в области лазеров с модуляцией добротности: более 2500 штук подобных лазеров (в основном ультрафиолетовых) было произведено и продано OEM-заказчикам по всему миру для использования в масс-спектрометрии, микродиссекции, маркировке и других применениях.

При создании новой серии ставилось целью сделать компактную и высокоэффективную



Рис.1 Излучатель серии «ТЕХНОЛОГИЯ»

**Табл.1. Технические характеристики  
лазеров на YLF: Nd<sup>3+</sup> серии «ТЕХНОЛОГИЯ» линий «Basic» и «Advanced»**

| Параметр / Модель   | TECH-263   |           | TECH-351  |          | TECH-527  |          | TECH-1053 |          |
|---|--|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|   | Basic  | Advanced  | Basic     | Advanced | Basic     | Advanced | Basic     | Advanced |
| Длина волны, нм   | 263  |           | 351       |          | 527       |          | 1053      |          |
| Режим работы  | импульсный, с запуском внешним / внутренним / через интерфейс RS-232 |           |           |          |           |          |           |          |
| Энергия в импульсе <sup>1,2</sup> , мкДж  | 25   | 50        | 125       | 200      | 250       | 400      | 500       | 800      |
| Средняя мощность <sup>2</sup> , Вт  | -  | 0,2       | -         | 0,8      | -         | 1,6      | -         | 3,2      |
| Длительность импульса (на полувысоте) <sup>1,2</sup> , нс   | < 3  |           | < 4       |          | < 4       |          | < 5       |          |
| Пиковая мощность <sup>1,2</sup> , кВт   | > 8  | > 16      | > 30      | > 50     | > 60      | > 100    | > 100     | > 160    |
| Диапазон частоты повторения импульсов, кГц  | 0 – 4  |           |           |          |           |          |           |          |
| Профиль поля излучения, качество пучка  | TEM <sub>00</sub> , M <sup>2</sup> < 1,2                             |           |           |          |           |          |           |          |
| Диаметр луча (на выходной апертуре, 1/e <sup>2</sup> ), мм  | 0,8 ± 0,2  | 1,0 ± 0,2 | 0,9 ± 0,2 |          | 0,5 ± 0,1 |          | 0,7 ± 0,1 |          |
| Расходимость лазерного излучения (полный угол, 1/e <sup>2</sup> ), мрад                                 | < 1,5  | < 1       | < 3       |          | < 3       |          | < 5       |          |
| Нестабильность энергии – среднев. отклонение/среднее значение <sup>1,2</sup>                            | < 10%  | < 5 %     | < 3%      |          |           |          | < 1 %     |          |
| Долговременная стабильность – среднев. отклонение сред. мощности/среднее значение мощности (за 8 часов) | < 2%   |           |           |          |           |          |           |          |
| Напряжение питания, В   | 24 ± 10%   |           |           |          |           |          |           |          |
| Потребляемая мощность, Вт   | < 70   | < 90      | < 70      | < 90     | < 70      | < 90     | < 70      | < 90     |
| Разм. излучателя (ДхШх В), мм   | 175 x 70 x 40  |           |           |          |           |          |           |          |
| Вес излучателя, кг  | < 1  |           |           |          |           |          |           |          |

<sup>1</sup> На частоте 1 кГц для линии «Basic». <sup>2</sup> На частоте 4 кГц для линии «Advanced».

Табл.2 Технические характеристики импульсных лазеров серии «ТЕХНОЛОГИЯ» линии «Specific»

| Параметр / Модель   | TECH-527 <i>Specific</i>   | TECH-1053 <i>Specific</i> |
|---|--|---------------------------|
| Длина волны, нм   | 527  | 1053                      |
| Режим работы  | импульсный, с запуском внешним / внутренним / через интерфейс RS-232 |                           |
| Энергия в импульсе на 1 кГц, мкДж   | 1000   | 2000                      |
| Длительность импульса на 1 кГц (на полувысоте), нс  | > 7  | > 10                      |
| Пиковая мощность на 1 кГц, кВт  | 140  | 180                       |
| Диапазон частоты повторения импульсов, кГц  | 0 - 1  |                           |
| Профиль поля излучения, качество пучка  | TEM <sub>00</sub> , M <sup>2</sup> < 1,2                             |                           |
| Диаметр луча (на выходной апертуре, 1/e <sup>2</sup> ), мм  | 0,6± 0,1   | 0,5± 0,1                  |
| Расходимость лазерного излучения (полный угол, 1/e <sup>2</sup> ), мрад                                       | < 3  | < 5                       |
| Нестабильность энергии - среднеквадр. отклонение/среднее значение   | < 3%   | < 1 %                     |
| Долговременная стабильность – среднеквадр. отклонение средней мощности/среднее значение мощности (за 8 часов) | < 2%   |                           |
| Напряжение питания, В   | 24 ± 10%   |                           |
| Потребляемая мощность, Вт   | < 90   |                           |
| Размеры излучателя (Д x Ш x В), мм  | 215 x 70 x 40  |                           |
| Вес излучателя, кг  | < 1,5  |                           |

Табл.3 Технические характеристики импульсных лазеров серии «ТЕХНОЛОГИЯ» линии «Express»

| Параметр / Модель   | TECH-527 <i>Express</i>  | TECH-1053 <i>Express</i> |
|---|--|--------------------------|
| Длина волны, нм   | 527  | 1053                     |
| Режим работы  | импульсный, с запуском внешним / внутренним / через интерфейс RS-232 |                          |
| Энергия в импульсе на 1 кГц, мкДж   | 500  | 1000                     |
| Длительность импульса на 1 кГц (на полувысоте), нс  | < 2,5  | < 3                      |
| Пиковая мощность на 1 кГц, кВт  | > 200  | > 300                    |
| Диапазон частоты повторения импульсов, кГц  | 0 - 1  |                          |
| Профиль поля излучения, качество пучка  | TEM <sub>00</sub> , M <sup>2</sup> < 1,2                             |                          |
| Диаметр луча (на выходной апертуре, 1/e <sup>2</sup> ), мм  | 0,5± 0,1   | 0,7 ± 0,1                |
| Расходимость лазерного излучения (полный угол, 1/e <sup>2</sup> ), мрад                                       | < 3  | < 5                      |
| Нестабильность энергии - среднеквадр. отклонение/среднее значение   | < 3%   | < 1 %                    |
| Долговременная стабильность – среднеквадр. отклонение средней мощности/среднее значение мощности (за 8 часов) | < 2%   |                          |
| Напряжение питания, В   | 24 ± 10%   |                          |
| Потребляемая мощность, Вт   | < 90   |                          |
| Размеры излучателя (Д x Ш x В), мм  | 175 x 70 x 40  |                          |
| Вес излучателя, кг  | < 1  |                          |

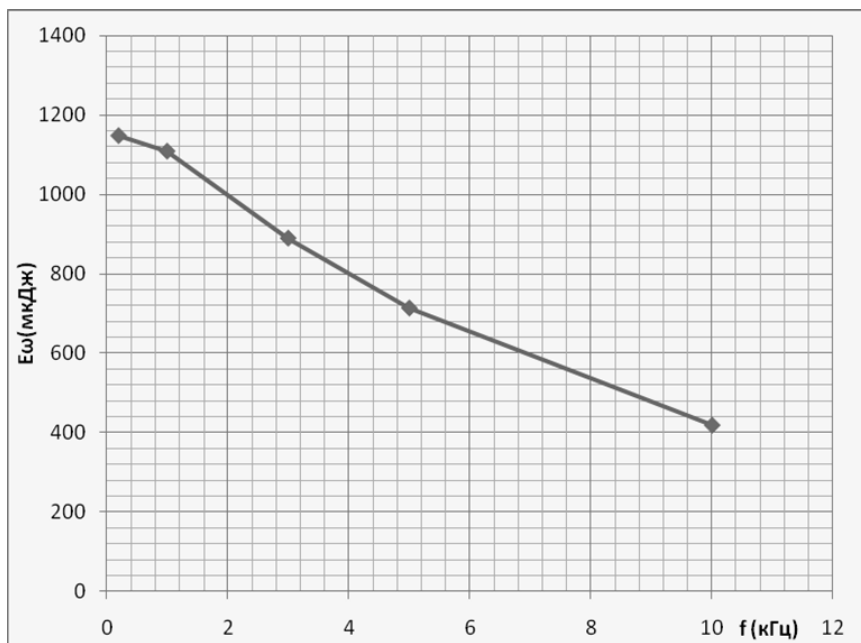
линейку лазеров с высокими показателями качества пучка и стабильности энергии, используя новейшие мировые достижения в области полупроводниковой накачки и электроники.

В настоящее время уже разработана и успешно продается первая линейка моделей лазеров на YLF: Nd<sup>3+</sup>, о которых пойдет речь в этой статье. Излучатель серии «ТЕХНОЛОГИЯ» представлен на **рис.1**.

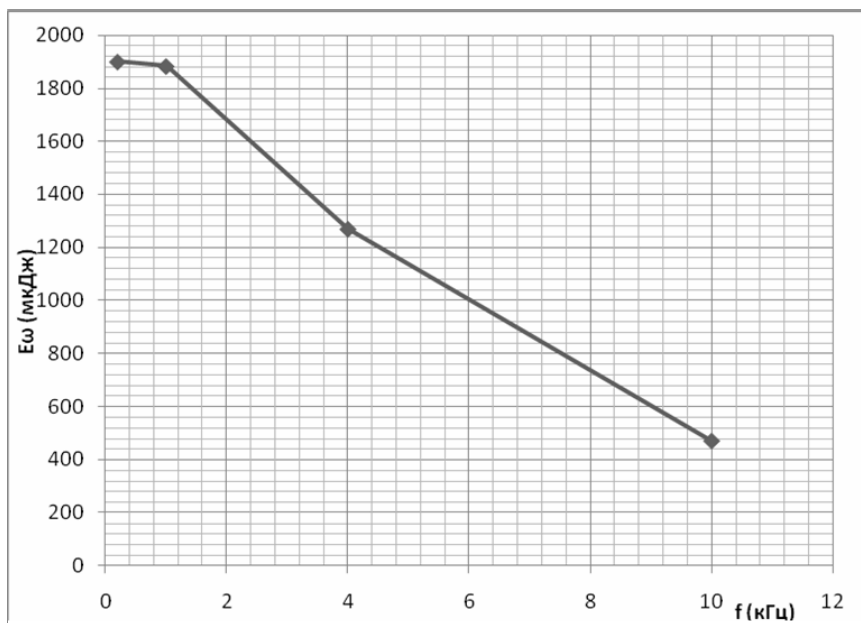
Лазеры серии «ТЕХНОЛОГИЯ» включают

четыре линии: «Express», «Specific», «Basic» и «Advanced». Каждая из этих линий имеет свои преимущества.

1. Линия «Basic» – бюджетная линия лазеров с маломощной накачкой и небольшой ценой. Технические характеристики линии «Basic» приведены в **табл.1**. Основная задача – замена ранее разработанной нами серии лазеров DTL-QT на основной частоте, второй, третьей и четвертой гармониках.



**Рис.2** График зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 1053 нм лазера TECH-1053 «Advanced» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц.



**Рис.3** График зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 1053 нм лазера TECH-1053 «Specific» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц.

**2. Линия «Advanced»** – линия лазеров с повышенными энергетическими характеристиками излучения на основной частоте, второй, третьей и четвертой гармониках, которая характеризуется сочетанием значительной энергии в импульсе и наивысшей среди разработанных линий средней мощностью излучения (**табл.1**). Основная задача – внедрение в системы микрообработки материалов.

Высокая энергия в импульсе данных лазеров и возможность получить высокую плотность мощности на поверхности материала (особенно в зеленом и ультрафиолетовом диапазонах спектра) дают уникальные преимущества в ла-

зерной микрообработке материалов (включая прозрачные), в том числе биологических тканей, тонких пленок, многослойных и полупроводниковых структур. Примерами применений может быть подгонка резисторов, ремонт LCD, выборочная абляция при производстве фотоэлектрических пластин, маркировка печатных плат, кабелей, драгоценных камней, внутренней и поверхностной маркировки стекла и т.д.

**3. Линия «Specific»** – линия лазеров с повышенными энергиями в импульсе излучения на основной частоте (более 2 мДж) и второй гармонике (более 1 мДж), с длительностью импульса более 10 нсек на основной частоте и более 7 нсек на частоте второй гармоники.

Технические характеристики линии представлены в **табл.2**. Основная задача – использование в качестве источников накачки перестраиваемых лазеров и параметрических генераторов света, а также в ряде других применений.

**4. Линия «Express»** – линия с максимально короткой длительностью импульса (менее 3 нсек на основной частоте и 2,5 нсек на частоте второй гармоники) и повышенными энергетическими параметрами излучения на основной частоте и второй гармонике (**табл.3**). Основная задача – внедрение в системы микрообработки материалов, в которых требуется повышенная пиковая мощность излучения. Для применения в микрообработке и

маркировке это означает лучшее качество – высокая пиковая мощность на низких частотах позволяет удалять материал с поверхности, оказывая минимальное тепловое воздействие на подложку.

Ниже приведены некоторые характеристики лазеров, которые были поставлены заказчиком по конкретным договорам.

На **рис.2** представлен график зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 1053 нм лазера TECH-1053 Advanced при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц. Хотя модель TECH-1053 «Advanced» имеет спе-

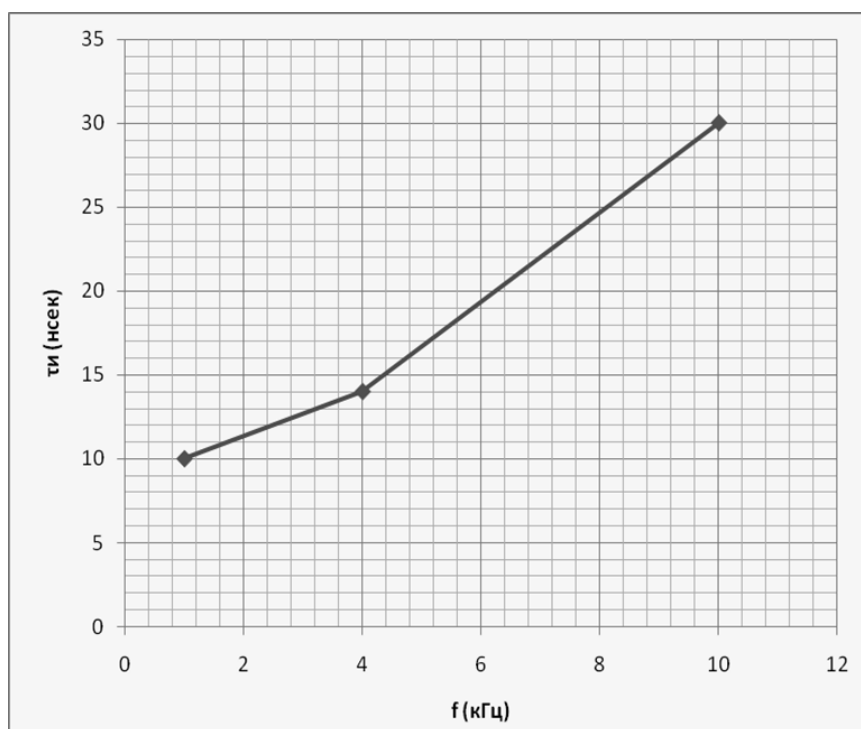
цификацию на частоте повторения импульсов 4 кГц, мы специально приводим характеристики в более широком диапазоне, чтобы продемонстрировать его потенциальные возможности.

Длительность импульса излучения по полувысоте в данном лазере составляет чуть меньше 4 нсек на 1 кГц и 4...5 нсек на 4...5 кГц. Нестабильность энергии – среднеквадратичное отклонение/среднее значение энергии – не превышает 0,4% в диапазоне от одиночных импульсов до 4 кГц.

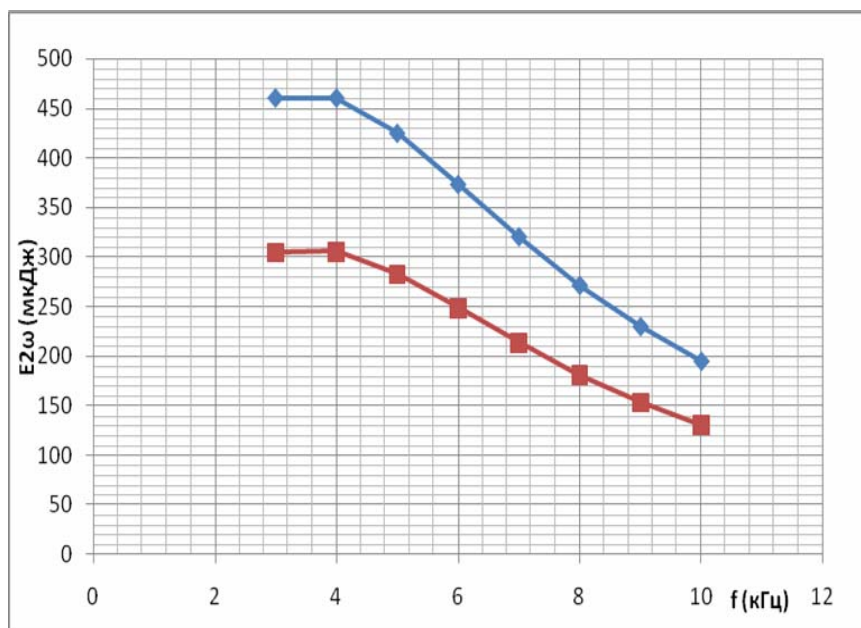
На **рис.3** – график зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 1053 нм лазера TECH-1053 «Specific» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц. Модель TECH-1053 «Specific» имеет спецификацию на частоте повторения импульсов 1 кГц, мы также приводим его характеристики в более широком диапазоне, так как по требованию заказчика было необходимо обеспечить работоспособность лазера до частоты повторения импульсов 4 кГц. Кроме этого, на частоте 1 кГц энергия в импульсе излучения лазера должна быть более 1,8 мДж, а длительность импульса излучения – более 10 нсек в диапазоне частот повторения импульсов 1...4 кГц (**рис.4**).

График зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 527 нм лазера TECH-527 «Advanced» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц для двух токов накачки представлен на **рис.5**.

Каждый лазер конструктивно выполнен в виде двух блоков: излучатель и блок питания (**рис.6**), которые соединены между собой электрическим и оптическим кабелями. Типичная длина кабелей 1,5 м, однако она может быть изменена по просьбе заказчика. Оптическая накачка (лазерный модуль с оптоволоконным выходом) расположена в блоке питания. Такое конструктивное решение позволило снизить



**Рис.4** График зависимости длительности импульса излучения на длине волны 1053 нм лазера TECH-1053 «Specific» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне 1...10 кГц.



**Рис.5** График зависимости энергии в импульсе излучения на длине волны 527 нм лазера TECH-527 «Advanced» при изменении частоты повторения импульсов в диапазоне от одиночных импульсов до 10 кГц для двух токов накачки.

тепловыделение в излучателе до 20...25 Вт даже для самых нагруженных режимов и отказаться от его принудительного воздушного охлаждения. Для излучателя достаточно кондуктивного охлаждения, а в целом ряде режимов и оно не требуется. Блок питания имеет собственную систему воздушного охлаждения, которая обеспечивает работоспособность лазера в целом во всем допустимом температурном диапазоне эксплуатации: +15...+35 °С. В кон-



Рис.6 Излучатель и блок питания

струкции излучателя предусмотрена его однозначная установка на рабочее место. Таким образом, не требуется дополнительная юстировка лазера в случае, если возникает необходимость его неоднократной переустановки. Излучатели имеют два типоразмера (ДхШхВ): 175x70x40 мм для линий «Basic», «Advanced» и «Express» и 215x70x40 мм для линии «Specific», защищены от пыли и влажности окружающей среды.

Блоки питания в настоящее время также имеют два типоразмера (ДхШхВ): 232x210x95 мм для линий «Advanced», «Express» и «Specific» и 232x170x95мм для линии «Basic». В

дальнейшем размеры блоков питания могут поменяться, т.к. в настоящее время мы проводим новую разработку блока питания, которая на данный момент не завершена.

Одним из преимуществ вышеописанного конструктивного исполнения является возможность использования нескольких излучателей с одним блоком питания (поочередно, для излучателей одной линии), что в ряде случаев позволяет сэкономить средства и облегчает сервисное обслуживание.

Благодаря сочетанию высокой энергии в импульсе и пиковой мощности, миниатюрных размеров и кондук-

тивного охлаждения излучателя, высокой стабильности от импульса к импульсу и отличного качества пучка, низкого энергопотребления и не требующей обслуживания работы лазеры серии «ТЕХНОЛОГИЯ» являются превосходными источниками для коммерческих применений в промышленном и аналитическом оборудовании.

В дальнейшем мы планируем расширить серию лазеров «ТЕХНОЛОГИЯ» моделями с более высокой средней мощностью, оптимизированными для работы на более высоких частотах.

*Р.С.Бирюков, В.А.Коновалов, И.И.Куратов,  
Е.И.Федына, ООО «Лазер-экспорт», Москва*

\* \* \*

## Наборная решётка лазерных диодов непрерывного режима работы типа 32ДЛ-1000-808

**П**олупроводниковые лазеры на гетеропереходах (диодные лазеры) в настоящее время являются незаменимыми комплектующими фотонных и оптоэлектронных систем – высокоэффективными источниками лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона. Диодные лазеры образуют особую группу, отличаясь от других лазеров рядом несомненных преимуществ, что наглядно видно из анализа мирового лазерного рынка. По информации журнала Laser Focus World (январь 2013) объем продаж полупроводниковых лазеров за 2012г. на мировом рынке составил более 4 млрд долл. США. Прогноз объема этого сектора рынка на 2013г. – более 4,3 млрд долл. США. Доля рынка полупроводниковых лазеров составляет сегодня половину общего

объема продаж лазеров всех типов.

Широко известны недостатки традиционных твердотельных лазеров (ТТЛ) с ламповой накачкой, которые резко ограничивают их применение и сдерживают дальнейший прогресс твердотельных лазеров и лазерных систем:

- малый ресурс ламп накачки – от нескольких сотен до тысяч часов;
- низкий КПД лазеров с ламповой накачкой (с широким спектром излучения), не превышающий нескольких процентов, и вследствие этого, дополнительное тепловыделение и затраты энергии в системе охлаждения лазера;
- необходимость использования мощных высоковольтных источников напряжения для питания ламп накачки и обеспечения повы-



Табл.1 Основные технические характеристики наборных решёток ДЛ типа 32ДЛ-1000-808

| Основные технические характеристики   | Значения                         | Единицы измерения |
|---|----------------------------------|-------------------|
| Оптическая выходная мощность излучения, не менее                                  | 1000                             | Вт                |
| Длина волны максимума излучения   | 808+/-3                          | нм                |
| Размеры излучающей области  | 10×40                            | мм <sup>2</sup>   |
| Ширина огибающей спектра лазерного излучения по уровню 0,5 от максимума, не более | 4                                | нм                |
| Количество линеек в решетке   | 20                               | шт.               |
| Расходимость оптического излучения (FWHM, в плоскости относительно р-п перехода)* | $\parallel < 10$<br>$\perp < 35$ | угл. град.        |
| Ток накачки, не более   | 60                               | А                 |
| Падение напряжения в рабочем режиме, не более                                     | 40                               | В                 |
| Скорость охлаждающего потока воды при перепаде давления 1 атм.                    | 2                                | л/мин             |
| Температура охлаждающей воды  | 25                               | °С                |
| Габаритные размеры  | 107×50×25                        | мм                |

\*- в варианте без коллимирующих микрооптических элементов

шенных требований электробезопасности;

В ОАО «НПП «Инжект» были проведены разработки, в результате которых были созданы и освоены в серийном производстве диодные лазерные (ДЛ) линейки и двухмерные наборные решетки непрерывного и квазинепрерывного режима работы, применение которых в системах накачки ТТЛ устраняет вышеназванные проблемы.

Главные преимущества систем диодной накачки лазеров:

- узкая линия спектра излучения диодных лазеров делает возможным селективную оптическую накачку, уменьшает потери энергии, происходящие при ламповой накачке;
- высокий КПД лазерных диодов – более 50 %, вследствие чего общий КПД твердотельных лазеров достигает 25% и более, при этом уменьшаются массогабаритные размеры источника питания и системы охлаждения лазера;
- высокий ресурс работы мощных лазерных диодов, используемых в системах диодной накачки – свыше 10 тыс. часов в непрерывном режиме и  $10^9$  импульсов в квазинепрерывном режиме – обеспечивает большой срок службы накачиваемых ими ТТЛ.

В разработках мощных полупроводниковых лазеров серьезной проблемой является создание условий, обеспечивающих эффективный отвод тепловой энергии из активной области и пассивных частей лазерного кристалла. Тепловая энергия в кристалле выделяется за счет безызлучательной рекомбинации инжектированных в активную область носителей, их термализации, поглощения излучения в пассивных областях кристалла, а также за счет джоулевого тепла при протекании тока накачки по объему полупроводника и токоподводящим контактам. Характеристическим параметром диодного лазерного излучателя заданной конструкции (теплоотвода со смонтированным ла-

зерным кристаллом) является тепловое сопротивление ( $R_T$ ). Величина, обратная величине теплового сопротивления  $R_T^{-1}$ , характеризует тепловую проводимость лазерного диода и определяется условиями передачи тепловой энергии, выделяемой в лазерном кристалле в окружающую среду. Особенностью решаемых при разработке ДЛ задач является то, что область, в которой выделяется в большом количестве тепловая энергия, занимает небольшую часть лазерного кристалла. Плотность выделяемой тепловой мощности в этой области может достигать значений  $(10 \div 15)$  кВт/см<sup>2</sup>, в то время как площадь, занимаемая всем кристаллом, составляет  $(5 \div 10) \cdot 10^{-4}$  см<sup>2</sup>. Непосредственная передача тепловой мощности от ЛД в окружающую среду невозможна ни при каких способах теплосъема из-за малых размеров лазерного кристалла. Поэтому необходимо создание условий, при которых происходит расширение поперечных размеров теплового потока до размеров, достаточных для снятия тепла с заданной площади кондуктивным или принудительным способом. Наиболее известной и широко распространенной конструкцией полупроводникового диодного лазера является металлический (часто медный) теплоотвод с припаянным на одной из его поверхностей лазерным кристаллом. Кроме функции передачи тепла из ла-



Рис.1 Наборная решётка ЛД типа 32ДЛ-1000-808

зерного кристалла в окружающую среду теплоотвод выполняет также функцию токоподводящего контакта. Второй токоподводящий контакт к лазерному кристаллу осуществляется проволочным выводом, также припаянным или приваренным к металлизированной под омический контакт поверхности кристалла.

Разработкой ДЛ в мире занимается несколько десятков фирм, уже производятся их линейки с выходной удельной выходной мощностью, превышающей 100 Вт/см в непрерывном режиме. Однако публикации, освещающие технологические вопросы производства таких изделий, практически отсутствуют, также как и рынок таких технологий. Поэтому отечественным производителям необходимо решать проблемы создания мощных диодных лазеров самостоятельно. В НПП «Инжект» соответствующие работы ведутся широким фронтом. Проведенные нами исследования и разработанные оригинальные методики позволили для каждого конкретного случая, т.е. для каждой конструкции диодной линейки или двумерной матрицы в соответствии с требованиями, вытекающими из условий применения, определять оптимальный вариант теплоотводов и сформулировать требования к их изготовлению. Для определения конкретных конструктивных параметров и режимов технологических процессов изготовления диодных лазерных линеек и матриц решался ряд самостоятельных физических задач, которые позволили определить требования к материалам, форме и размерам теплоотводов, к состоянию их поверхностей, к размерам кристаллов в лазерной линейке, а также допустимой плотности расположения линеек в мощной двумерной матрице. Были решены также задачи по выбору надежных и долговечных материалов припоев, подходящих для монтажа на теплоотвод лазерного кристалла, материалов для омических контактов кристалла, выбору способов, режимов и условий монтажа и др. Технологический режим монтажа полупроводникового кристалла к теплоотводу рассчитывался и выбирался таким образом, чтобы обеспечить отсутствие внешних механических напряжений. Для решения указанных задач были проведены теоретические и экспериментальные исследования и найдены необходимые параметры технологических процессов монтажа для промышленного выпуска диодных лазеров, линеек и решеток.

В результате были разработаны и освоены в серийном производстве наборные решетки лазерных диодов непрерывного режима работы (в номенклатуре НПП «Инжект» – излучатели) типа 32ДЛ-1000-808, основные технические характеристики которых приведены в *табл.1*, а внешний вид – на *рис.1*.

Двумерные решетки диодных лазеров могут изготавливаться в герметичном корпусе с защитным просветленным стеклянным окном для вывода оптического излучения.

Выпускаемые в НПП «Инжект» диодные лазеры, линейки и решетки ДЛ имеют широкий диапазон применений:

- эффективная оптическая накачка активных элементов в твердотельных лазерах;
- ИК лазерные осветители с высокой оптической плотностью мощности;
- лазерные системы инфракрасной подсветки приборов ночного видения, оптоэлектронные системы контроля, интеллектуальные транспортные системы и машинное зрение;
- медицинская аппаратура лазерной, магнито-лазерной и ф ф ф

Табл.2 Примеры операций, которые могут выполняться с помощью мощных ЛД

| Технологический процесс       | Материалы   | Примеры  |
|-------------------------------|---|--|
| Плакирование                  | Нержавеющая сталь                                       | 316L, 420  |
| Термическая обработка         | Углеродистые стали<br>Чугун<br>Нержавеющие стали марок  | 4140, 1045<br>Серый чугун<br>420SS, 440SS  |
| Сварка металлов               | Мягкая сталь<br>Нержавеющая сталь<br>Титан              | 1010, 1020<br>304SS, 316SS   |
| Сварка пластмасс              | Термопластики<br>Термореактивные материалы              | Полипропилен<br>Акриловые органические материалы (Acrylic)<br>Полиэтилен низкого давления (HDPE)<br>Нейлон<br>Поликарбонат |
| Пайка и пайка твёрдым припоем | На основе свинца<br>На основе серебра<br>На основе меди | PbSn<br>SnAg<br>CuSi   |

цессами в современном точном машиностроении и приборостроении. Широкое освоение этих передовых технологий позволит осуществить технологическую модернизацию отечественного машиностроения, добиться увеличения объема выпуска, повышения качества, конкурентоспособности и эксплуатационных характеристик его продукции, создания дополнительных рабочих мест и достижения импортозамещения.

Преимуществом полупроводниковых лазеров в качестве излучателей для ЛТУ является возможность масштабирования их выходной мощности путем суммирования излучения от многих излучающих модулей и/или наборных решеток ДЛ и удобство формирования нужной формы лазерного пятна в зоне обработки материала. Благодаря принципу действия ДЛ, работающего при накачке электрическим током, в такой ЛТУ можно эффективно осуществлять модуляцию лазерного излучения и обрабатывать материалы как в частотно-импульсном, так и непрерывном режимах работы.

Разработанные и выпускаемые в ОАО «НПП «Инжест» решетки лазерных диодов могут обеспечить промышленный выпуск новых высокоэффективных ЛТУ на основе отечественных ДЛ и модернизацию отечественного парка твердотельных лазеров. Планируется дальнейшее совершенствование полупроводниковых гетероструктур с наноразмерными слоями, разработка излучающего ДЛ модуля с увеличенной выходной мощностью – до 50 кВт в непрерывном режиме, а также изготовление на его основе ЛТУ.

Полученные результаты и имеющийся потенциал открывают широкие возможности сотрудничества с ВУЗами и научно-исследовательскими организациями, специализирующимися в области создания лазеров, лазерных систем и лазерных технологических процессов обработки материалов.

*А.С.Адливанкин, Н.С.Дегтярева,  
С.А.Кондаков, Г.Т.Микаелян, С.Н.Соколов,  
ОАО «НПП «Инжест», Саратов*

## В Саратове обсудили создание центра подготовки кадров для ВПК

*В правительстве Саратовской области достигнута договорённость о создании в регионе центра развития кадрового потенциала оборонно-промышленного комплекса на базе Саратовского государственного университета имени Н.Г.Чернышевского.*

Этому предшествовала рабочая встреча и ознакомительный визит в инновационные центры университета министра промышленности и энергетики области, руководства вуза и представителей промышленных предприятий с членом экспертного совета – руководите-

лем рабочей группы по развитию кадрового потенциала ВПК под эгидой Общественного совета при председателе Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ, главным научным сотрудником Экспертно-аналитического центра Минобрнауки *Б.А.Виноградовым*.

Темой рабочей встречи в СГУ стало создание кадрового центра по подготовке специалистов для ВПК, в который будут входить представители науки, промышленности и власти региона. *Борис Алексеевич* вкратце пояснил, почему сейчас особенно необходимы подобные центры. По его словам, в современной системе подготовки кадров для ОПК нет единой структуры, не хватает финансирования, но ситуация постепенно меняется. Целью своего визита *Б.А.Виноградов* назвал не просто побуждение к созданию центра, а консультации по конкретным вопросам, которые возникают во время работы над проектом.

Задачей планируемой организации станет работа в интересах и работодателя, и вуза. Ранее, на заседании рабочей группы, которое прошло в январе в МГТУ имени Н.Э.Баумана, *Б.А.Виноградов* делал доклад о создании аналогичных структур. В нём *Борис Алексеевич* говорил о нехватке кадров, о проблемах, связанных с квалификацией выпускников и потребностями заказчика, а также предложил ряд мер по их решению. Кроме того, центры будут решать другую не менее важную задачу: «Центры будут способствовать мобильности, обмену выпускниками и специалистами, – отметил *Борис Алексеевич*. – Свои «изюминки» есть в каждом вузе, и необходимо брать от них лучшее, чтобы получить высококвалифицированных сотрудников».

Министр промышленности и энергетики *С.М. Лисовский* на встрече дал общую характеристику оборонно-промышленному комплексу Саратовской области. *Сергей Михайлович* отметил, что предприятия региона изготавливают продукцию для многих родов войск. По словам министра, Саратов не зря выбран местом для создания центра: «В нашем городе есть вузы со специальностями, открытыми именно для ВПК. Есть опыт создания уникальных «учебно-научно-производственных» центров, которые СГУ открыл на предприятиях области. Мы планируем, что эти центры станут универсальными для многих отраслей». В числе других плюсов *С.М.Лисовский* назвал и имеющиеся в регионе примеры центров для развития кадрового потенциала, в частности, у компаний нефте- и газодобывающей промышленности: «Надеемся, что в Саратовской области появятся аналогичные центры и для военно-промышленного комплекса».

В ходе встречи участники на примере своих предприятий подтвердили необходимость создания центра подготовки кадров, а также обратили внимание на то, что сотрудничество всех заинтересованных сторон даст хорошие результаты.

Подводя итоги встречи, ректор *Л.Ю.Коссович* отметил, что университет готов заняться

организацией подобного центра. «Наш вуз имеет статус национального исследовательского, инновации – наша миссия. Как НИУ мы можем разрабатывать собственные образовательные стандарты, что необходимо при подготовке специалистов с высшим профильным образованием. Что касается средне-специального образования, то у нас есть Колледж радиозлектроники имени П.Н.Яблочкова, работает система непрерывного образования. Работа со школьниками традиционно велась и ведётся в университете, сейчас – посредством сети Интернет. Университет занимается и переподготовкой специалистов, здесь можно получить и дополнительное образование», – рассказал *Леонид Юрьевич*. Ректор упомянул и базовые кафедры, открытые на предприятиях области, и ряд других факторов, позволяющих участвовать в создании центра. «Мнения представителей министерства промышленности и энергетики, директорского корпуса промышленных объединений и СГУ совпадают. Мы готовы пойти на этот эксперимент – создать кадровый центр по подготовке специалистов для ВПК», – отметил *Л.Ю. Коссович*.

Визит *Б.А.Виноградова* продолжился посещением научно-производственных центров, открытых СГУ на базе предприятий города. Первым пунктом поездки стал региональный радиозлектронный кластер, созданный СГУ совместно с ОАО «НПП Контакт» и малым инновационным предприятием «Конверсия-СГУ».

В сопровождении ректора СГУ, представителей ректората и сотрудников «Конверсии» *Б.А.Виноградов* сначала посетил участок лучевого и ультрафиолетового экспонирования в Лаборатории нанотехнологий. Проректор по научно-исследовательской работе СГУ *Д.А. Усанов* рассказал гостю об уникальной разработке – радиочастотной метке, размеры которой намного меньше, чем у зарубежных аналогов. Технические характеристики метки открывают широкий спектр возможностей: от военного назначения до применения в промышленности, сельском хозяйстве и торговле.

*Б.А.Виноградову* предложили осмотреть и «чистую комнату» – помещение высочайшего класса чистоты для проведения исследований. Оборудование комнаты уникально, таких установок в мире всего 6. Выходя из «чистой комнаты», *Б.А.Виноградов* отметил: «Впечатляет!». На вопрос, как удалось добиться такого высокого уровня организации исследований, *Л.Ю.Коссович* ответил, что руководство университета приняло решение создать узкоспециализированные научно-производственные центры и не «распылять» средства, полученные по программе НИУ, а направить их на конкретные направления. *Б.А.Виноградов*, в свою очередь, заметил, что, по его опыту, далеко не

во всех вузах можно встретить такое рациональное отношение к расходованию средств.

Б.А.Виноградов и представители университета также посетили и базовую кафедру микро- и нанoeлектроники, где сотрудники продемонстрировали гостю японскую установку вакуумного напыления ULVAK. Поездка продолжилась посещением НТЦ на базе ОАО «Тантал» и ПО «Рефлектор».

По итогам своего визита в Правительство

Саратовской области и в НИУ СГУ имени Н.Г. Чернышевского, в частности, Борис Алексеевич Виноградов дал оценку деятельности университета и выразил уверенность, что у области есть все шансы, чтобы первый такой центр появился именно в Саратове – на базе национального исследовательского Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

<http://www.sgu.ru/node/96391>

## ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

### Для космических ракет и кораблей детали будут печататься на 3D-принтере

Перед американским космическим агентством NASA стоит задача по максимально эффективному и бюджетному массовому производству ракетных двигателей и их составляющих. Недавно инженеры предложили использовать для этого технологию 3D-печати. По их словам, процесс изготовления деталей пойдёт намного быстрее и обойдётся в меньшую сумму.

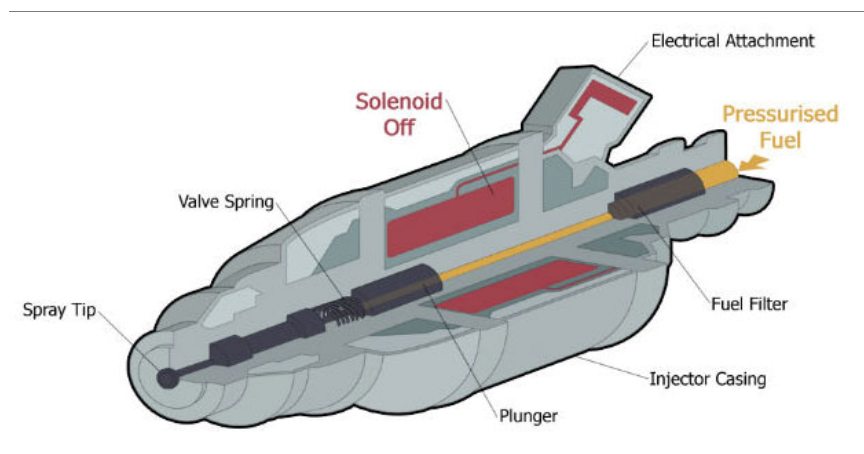
На 3D-принтере напечатана топливная форсунка — механический распылитель жидкости и газа для ракетных двигателей. Эта часть предназначена для доставки кислородного и водородного газа в камеру сгорания двигателя.

Представители NASA сообщили, что компания Aerojet Rocketdyne изготовила форсунку при помощи так называемой методики селективной лазерной плавки (SLM). Для начала инженеры проектируют трёхмерную модель будущей детали на компьютере. Затем на основе этой модели изготавливается физический объект: лазер высокой мощности плавит металлическую стружку и сплавляет тончайшие слои воедино.

Полученную форсунку можно назвать прототипом. Она обладает меньшими размерами, чем требуется для работы настоящих ракетных двигателей, но при этом достаточно большими для того чтобы проверить, выдержит ли она нагрев и давление.

Производство действительно получилось выгодным: как правило, для изготовления таких деталей требуется, как минимум, год, а при помощи селективной лазерной плавки инженеры справились всего за 4 месяца. К тому же, финансовые расходы сократились почти на 70% от привычной суммы.

«В NASA все понимают, что для запланированных космических миссий понадобятся более эффективные и бюджетные технологии.



Технология аддитивного производства отдельных деталей или даже целых космических кораблей может стать незаменимой в будущем», — заявил Майкл Газарук (Michael Gazarik), заместитель главы отдела космических технологий NASA.

Добавим, что селективная лазерная плавка — далеко не самая необычная методика, которую используют инженеры NASA. Агентство уже попросило учёных из университета Вашингтона (Washington State University) напечатать на 3D-принтере объект из лунной пыли.

Также они тестируют электронно-лучевой процесс создания предметов произвольной формы (EBF3): сопло, выпускающее луч электронов, контролируется специальной компьютерной программой, электроны воздействуют на металлические нити, сплавляя их согласно трёхмерной модели, и возникает физический объект. Эта технология применима и в условиях микрогравитации: космонавты смогут таким образом изготавливать необходимые детали прямо в космосе.

«Форсунка является сердцем ракетного двигателя, а значит, для её производства тратится большая часть суммы, выделенной на создание всего двигателя. Сегодня мы доказали, что существует эффективный способ, не требую-

щий колоссальных затрат», — заключил руководитель программы аддитивного производства из компании Aerojet Rocketdyne *Джефф Хэйнс (Jeff Haynes)*.

<http://www.vesti.ru/doc.html?id=1107211&cid=2161>

\* \* \*

## Изделия ОАО КМЗ полетели в космос

25 июня 2013 года со стартового комплекса пл.31 космодрома Байконур состоялась пуск ракеты-носителя «Союз-2.1б» с космическим аппаратом «Ресурс-П» с уникальными изделиями открытого акционерного общества «Красногорский завод им. С.А.Зверева» (ОАО КМЗ), входящего в холдинг «Швабе» Госкорпорации Ростех, – модернизированной аппаратурой дистанционного зондирования Земли «Геотон-Л1» и гиперспектрометром ГСА.

«Геотон-Л1» и ГСА были разработаны и созданы специалистами научно-технического центра КМЗ (*прим. ред.* ОАО КМЗ – коллективный член Лазерной ассоциации). Многозональная оптико-электронная съемочная аппаратура «Геотон-Л1» предназначена для оперативного наблюдения и тематического картографирования в интересах народного хозяйства. Она обеспечивает получение изображения поверхности Земли с высоким разрешением в панхроматическом и трех мульти-спектральных каналах видимого диапазона спектра, аналого-цифровое преобразование, предварительную обработку и передачу видеoinформации в радиолинию. Гиперспектрометр ГСА способен обеспечить гиперспектральную съемку более чем в 200 спектральных каналах, в нем обеспечено сочетание высокого спектрального и пространственного разрешения с предельными радиометрическими

и фотограмметрическими характеристиками. Я уверен, что данные изделия в составе космического аппарата «Ресурс-П» выполнят все поставленные задачи и послужат на благо России», – рассказал генеральный директор ОАО КМЗ *А.П. Тарасов*.

Космический аппарат «Ресурс-П» разработан и изготовлен «ЦСКБ-Прогресс» и предназначен для дистанционного зондирования Земли и передачи полученных данных по радиоканалу на наземный комплекс планирования целевого применения, приема, обработки и распространения данных ДЗЗ для широкого спектра целевых задач в интересах заказчиков – Минприроды, МЧС, Минсельхоза, Росрыболовства, Росгидромета и Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии России.

<http://www.photonics.su/news/489>

\* \* \*

## В Румынии началось строительство самого мощного в мире лазера

14 июня 2013 года в городе Магуреле возле Бухареста началось строительство научно-исследовательского центра Extreme Light Infrastructure — Nuclear Physics (ELI-NP), который должен вступить в строй в 2017 году.

Это один из трёх центров европейского инфраструктурного мегапроекта ELI (Extreme Light Infrastructure), в рамках которого будут построены лазерные установки на максимально достижимом уровне мощности. Другие части проекта ELI-Beamlines и ELI-Attosecond строят, соответственно, в Чехии и Венгрии.

Главным научным инструментом в румынском центре ELI-NP станет лазерная установка из двух лазеров типа Apollon по 10 петаватт каждый, на титан-сапфировых кристаллах. За счёт использования метода усиления chirпованных импульсов (CPA, Chirped pulse amplification) установка должна показать интенсивность лазерного импульса до  $10^{24}$  Вт/см<sup>2</sup> и

электрическое поле до  $10^{15}$  В/м. Лазерный пучок фокусируется в пятно диаметром в не-



сколько длин волны. Сверхвысокая пиковая мощность достигается за счёт концентрации относительно небольшой энергии (несколько килоджоулей) в сверхкоротких временных интервалах (около 15 фемтосекунд).

Работа в сверхкоротких временных интервалах открывает принципиально новые возможности для науки. Например, рентгеновские пучки высокой яркости на таких временных интервалах позволят получать четырёхмерные изображения с субатомным разрешением, т.е. фиксировать динамические изменения микроскопической структуры вещества с пикометровым разрешением в пространстве и аттосекундным разрешением во времени

Румынскую установку будут использовать в экспериментах по ядерной физике, поскольку

она способна работать как источник жёстких фотонов и заряженных частиц высоких энергий с недостижимыми ранее характеристиками. В рамках инфраструктуры ELI будут организованы эксперименты в новых областях науки — релятивистской оптике и релятивистской микроэлектронике. Лазеры помогут исследовать фундаментальные эффекты нелинейной квантовой электродинамики и общей теории относительности.

Стоимость научно-исследовательского центра ELI-NP составляет 356,2 млн евро, из которых 83% финансирует Евросоюз, а 17% — Румыния. В целом, проект ELI объединяет более 40 научных коллективов из 13-ти стран Евросоюза и России.

<http://www.pvsm.ru/budushhee-zdes/37291>

\* \* \*

## Физики создали компактное «ружье», стреляющее антиматерией

*Американские физики создали сверхкомпактный ускоритель, который легко может поместиться на столе, он служит источником мощного потока частиц антиматерии — позитронов, говорится в статье, опубликованной в журнале *Physical Review Letters*.*

Установку сконструировала группа ученых под руководством Карла Крушельника (*Karl Krushelnick*) из Мичиганского университета, в ее составе есть несколько выходцев из России — из числа сотрудников Физического института имени Лебедева РАН (ФИАН).

В этом ускорителе луч петаваттного лазера проходит через струю гелия, в результате чего образуется поток электронов. На его пути расположена тонкая металлическая фольга. При столкновении электронов с фольгой в потоке образуются позитроны. Электроны и позитроны далее разводятся по разным потокам при помощи магнитов.

Каждый выстрел лазера длится 30 фемтосекунд. Устройство выдает поток позитронов и электронов вместе с гамма-излучением, что похоже на предполагаемый «состав» релятивистских струй плазмы, выбрасываемых нейтронными звездами и черными дырами. Ученые рассчитывают, что этот настольный ускоритель позволит в лабораторных условиях исследовать

свойства таких струй, а также проводить другие исследования в сфере физики частиц.

Ранее получение потоков заряженных частиц, в том числе позитронов, требовало огромных установок, таких как Большой электрон-позитронный коллайдер, работавший в CERN в том же туннеле, где сейчас размещен Большой адронный коллайдер.

Но в начале 1980-х годов американские ученые открыли новую методику разгона частиц, в которой ключевую роль играет лазер, превращающий материю в плазму и «выбивающий» из нее электроны. Благодаря этому в последнее время начали появляться «настольные» ускорители.

Так, в 2011 году ученые из ФИАН создали настольный ускоритель, который разгоняет частицы до энергии 1,5 гигаэлектронвольта, а недавно физики из университета штата Техас в Остине (США) разогнали частицы в настольном ускорителе до 2 гигаэлектронвольта.

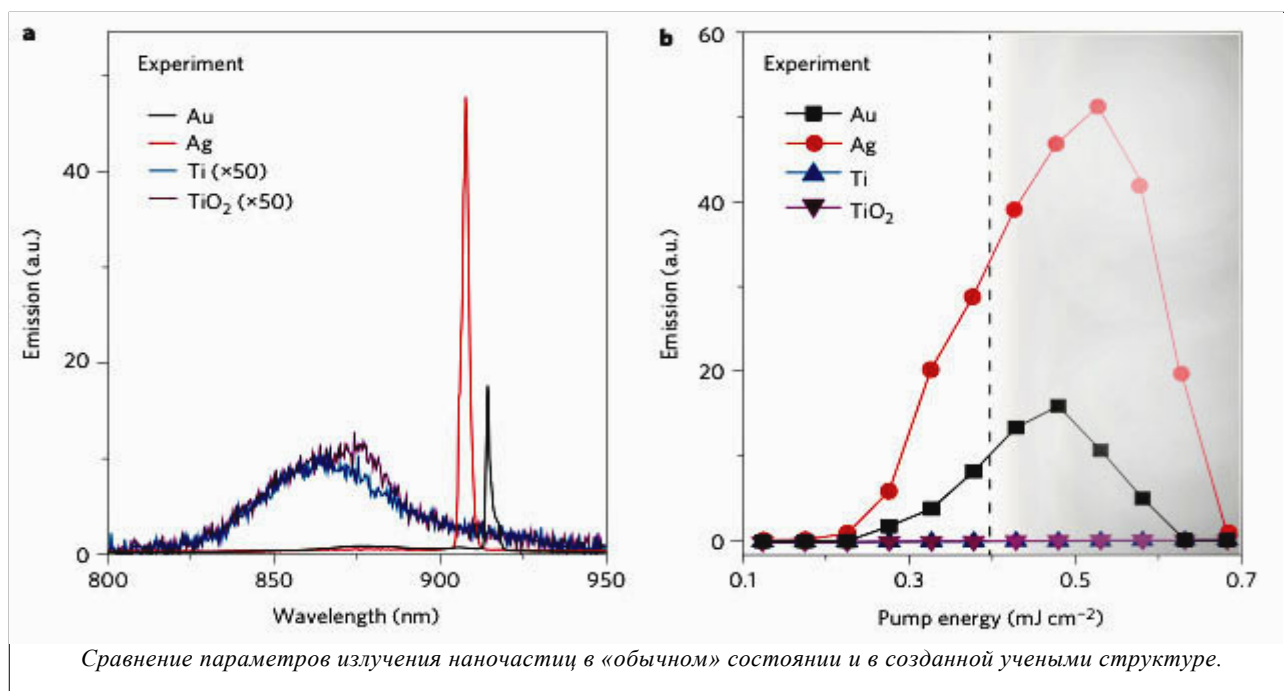
<http://it.tut.by/354914>

\* \* \*

## Решетка из плазмонов помогла создать новый тип нанолазера

Группа исследователей из США разработала новый нанолазер, функционирующий при комнатной температуре. В основе устройства — массивы металлических наночастиц, окруженные усиливающей средой, состоящей из органических молекул, возбуждаемых при помощи

света. Описанное устройство, которое работает за счет нового типа фотон-плазмонного возбуждения, получило название «плазмонной решетки». По мнению ученых, в будущем оно поможет развитию следующего поколения информационных технологий, в которых фотоны, а не элек-



троны, станут основными компонентами вычислительных схем.

Уже в ближайшее время уменьшение размера фотонных и электронных компонент будет иметь решающее значение для широкого круга технологических направлений, от сверхскоростной обработки данных, до методик их сверхплотного хранения.

Среди всего множества устройств весьма востребованы когерентные наноразмерные источники света, такие как лазеры.

Их достаточно малые размеры позволяют справляться с ограничениями дифракционного предела света, открывая перед инженерами новые перспективы. Не удивительно, что в направлении разработки таких устройств работает множество научных групп по всему миру. Не так давно о принципиально новых результатах сообщила группа из США.

Новый лазер, разработанный группой ученых из Northwestern University, состоит из наночастиц золота и серебра, которые обеспечивают поддержание локализованных оптических полей, простирающихся на расстояние порядка десятков нанометров от их поверхности.

Когда эти наночастицы формируют двумерный массив, они могут взаимодействовать друг с другом, в результате чего образуется новый тип квазичастиц – фотон-плазмонов – формирующих так называемую плазмонную решетку (плазмоны – это коллективные колебания электронов на поверхности металла). В предложенной учеными конструкции нанолазера массивы наноточек окружены усиливающей средой, состоящей из полиуретанового полимера, легированного молекулами красителя.

При определенных фотонных состояниях, плазмонная решетка демонстрирует колеба-

ния, которые могут быть усилены за счет оптического возбуждения и передачи энергии (через механизм обратной связи) от молекул красителя для генерации когерентного лазерного излучения.

Ученые отмечают, что, в отличие от множества создававшихся до сих пор плазмонных лазеров, их устройство отличается массой преимуществ, в частности, узкой направленностью светового пучка.

Как они считают, опубликованная ими в журнале Nature Nanotechnology работа является важным мостом между нанофотоникой и оптикой. За счет своих размерных преимуществ, а также быстрой реакции на внешние воздействия, созданное ими устройство может найти широкое применение в высокоскоростных интегрированных оптических вычислениях, наноразмерной спектроскопии, а также инструментах сверхплотного хранения данных.

В будущем команда планирует продолжить работу над усовершенствованием механизма генерации света. В отдаленной перспективе ученые планируют перейти от двумерных структур из наночастиц к трехмерным. Кроме того, они заинтересованы в том, чтобы изменить схему, внося в нее полупроводниковые материалы, чтобы иметь возможность передавать возбуждение не только с помощью света, но и посредством электричества.

Своей публикацией группа надеется привлечь к сотрудничеству специалистов из области фотоники и лазеров, занимающихся разработкой наноразмерных компонент для оптических схем, чтобы совместными усилиями строить новые устройства для обработки информации.

<http://www.nanonewsnet.ru/news/2013/reshetka-iz-plazmonov-pomogla-sozdat-novyi-tip-nanolazera>



## ЮБИЛЕИ



18 июля 2013 года исполнилось 75 лет известному российскому специалисту в области лазерной обработки материалов профессору Владимирского госуниверситета, исполнительному директору ООО «Лазерные технологии термоупрочнения» (г. Владимир) **Василию Ивановичу Югову**.

Василий Иванович Югов является ярким представителем трудовой интеллигенции нашей страны. Крестьянский сын, выходец из российской глубинки, он прошёл большой путь – не делая карьеру, а работая на благо Родины.

После окончания в 1961 году механического факультета Костромского сельхозинститута работал старшим, а затем главным инженером крупного совхоза. С 1964 года – на заводе «Уралэлектротяжмаш» (г. Свердловск), где быстро вырос до начальника цеха. В 1968г. закончил ещё один институт – Уральский политехнический – по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». В 1969г. В.И.Югов перешёл в Свердловский научно-исследовательский технологический институт Миноборонпрома СССР, где в 1972 году начал свою «лазерную» деятельность, возглавив сектор, а потом отдел, которому было поручено создание на базе опытных разработок НПО «Астрофизика» и ФИАНа лазерного комплекса, на котором предполагалось разработать технологии лазерной резки и сварки броневых сталей. Отдел с задачей справился, в 1980 году на его базе было создано СКПБ, назначенное главным в Миноборонпроме по лазерным технологиям, и В.И.Югов стал начальником – главным конструктором этого СКПБ.

В октябре 1982 года Василия Ивановича переводят в ОКБ «Радуга» под Владимир на должность начальника отделения по испытаниям и отработке супермощных лазерных комплексов на CO<sub>2</sub>, создававшихся тогда в интересах ПВО. В 1983г. он защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук.

В 1994 году В.И.Югов стал профессором Владимирского политехнического института (ныне – Владимирский госуниверситет), где до настоящего времени является ведущим преподавателем по направлению «лазерные технологии и комплексы для обработки материалов».

С 2001 года Василий Иванович сконцентрировал свои усилия на лазерном термоупрочнении поверхностного слоя металлоизделий, где добился больших успехов. Его разработки привели к созданию уникального автоматизированного лазерного комплекса, который может локально упрочнять по любому заданному контуру детали любой сложности в широком диапазоне размеров. Этот комплекс с 2012 года выпускается серийно, и за ним уже стоит большая очередь заказчиков из самых разных отраслей российской промышленности. Коротко говоря, В.И.Югов превратил лабораторную, в лучшем случае опытно-промышленную лазерную закалку в универсальную промышленную технологию.

Автор (соавтор) более 90 публикаций и 22 изобретений, Василий Иванович заслуженно пользуется высоким авторитетом среди коллег. В течение многих лет он является членом Коллегии национальных экспертов стран СНГ по лазерам и лазерным технологиям, его ученики – нарастают в лазерных технологических центрах, его публичные лекции на научно-практических конференциях собирают заинтересованных профессионалов со всей страны.

Его работоспособность неиссякаема, а энергии могут позавидовать многие юноши. Талантливый инженер, умелый педагог, находчивый организатор, человек государственного масштаба и государственного образа мыслей, Василий Иванович за 52 года трудового стажа достиг очень многого, но ещё отнюдь не истощил свой потенциал.

Желаем ему здоровья, неисчерпаемых сил, удачи и новых успехов на ниве лазерного машиностроения.

Президент Лазерной ассоциации, НЛС ЛАС, друзья, коллеги, ученики.

**БИБЛИОТЕКА ЛАС – НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ**

Одинокое С.Б. **Методы и оптико- электронные приборы для автоматического контроля подлинности защитных голограмм.** – Москва: Техносфера, 2013. – 176 с. + 2 с. цв. вклейки.

В книге обобщены оригинальные научно-технические результаты в области разработки и создания оптико-электронных средств идентификации и контроля подлинности защитных голограмм, полученных автором в рамках выполнения прикладных исследований, проводимых в рамках целевых программ Министерства образования и науки РФ, по заданиям государственных и коммерческих организаций.

Книга открывает перспективы для дальнейших исследований в области применения, проектирования и исследования оптико-электронных и лазерных систем автоматического контроля подлинности документов с нанесёнными на них защитными голограммами.

Издание будет полезно как для учёных и специалистов, работающих в сфере голографических технологий, защиты от подделки и контроля подлинности документов, ценных бумаг, денежных знаков и другой продукции, так и для студентов и молодых специалистов, обучающихся и желающих работать в данной области науки и техники.

**ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ****Фосфорные краны заменят ЖК и «плазму»**

*Американская компания «Prysm» представила совершенно новую технологию вывода высококачественных изображений на ТВ экран. Революционная технология получила название Laser Phosphor Display (лазерный фосфорный дисплей). Она позволит снизить потребление техникой электроэнергии и снизить цены на телевизоры, а так же станет следующим технологическим витком к достижению картинки, максимально приближенной к реальности.*

Производитель заявил, что LPD экраны потребляют лишь 25% той энергии, которая сейчас требуется для работы LCD- или LED-панелей. Технология LPD представляет собой экран покрытый частичками фосфора, который похож на обычный экран электронно-лучевой трубки, только вместо сканирующего луча электронов пиксели активизируются лазером. Во время облучения несколькими лазерными лучами, фосфор начинает светиться синим, зеленым и красным цветами.

Первым образцом продукции с использованием технологии LPD, стал дисплей с диагональю 63 см. Впрочем, такие дисплеи можно делать самых разных размеров и форм. Яркость может меняться в самых широких пределах в зависимости от того, как меняется мощность

лазерного луча. В «Prysm» уверены, что очень скоро их разработка заменит все устройства с большими экранами.

Минусом этой технологии пока является большая чем у жидкокристаллических и плазменных телевизоров толщина экрана. Так же, до начала массового перехода на этот вид экранов, будет чуть более высокой и цена. Но в долгосрочной перспективе цены будут снижаться, а все затраты окупятся за счет низкого энергопотребления и отсутствия ламп подсветки, которые приходится заменять. Кроме того, у новых экранов более насыщенная картинка. Изображение четко видно в диапазоне углов, близком к 180 градусам.

*<http://www.nanonewsnet.ru/news/2010/fosfornye-ekrany-zamenyat-zhk-plazmu>*

**«Лазер-Информ»**

Издание зарегистрировано в  
межведомственной комиссии  
МГСНД 26.12.91. Рег. № 281

© Лазерная ассоциация.  
Перепечатка материалов и их  
использование в любой форме  
возможны только  
с разрешения редакции.

Отпечатано в НТИУЦ ЛАС  
Тираж 500 экз.

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

**Наш адрес:**

117342, Москва, ул. Введенского, д.3, ЛАС  
Тел: (495)333-0022 Факс: (495)334-4780  
E-mail: [las@tsr.ru](mailto:las@tsr.ru) <http://www.cislaser.com>  
Банковские реквизиты ЛАС:  
р/с № 40703810500005172121  
в ОАО «Мастер-Банк»  
корр.счет 30101810000000000353  
БИК - 044525353 ИНН 7728042440

