

## «СВЕТИТЬ И ВИДЕТЬ В ТЕМНО-КРАСНОМ»

*В статье рассказывается о небольшой компании из Санкт-Петербурга, занимающейся разработкой и производством полупроводниковых излучателей и фотоприемников, работающих в средней инфракрасной области спектра.*

**Ключевые слова:** 3-5 мкм, инфракрасные фотоприемники, инфракрасные излучатели, инфракрасные сенсоры, газовые сенсоры, пирометры.

### «Историческая справка»

Компания ООО «ИоффеЛЕД» была создана 10 лет назад. Многие годы, группа научных сотрудников Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе РАН, основавших компанию, занималась фундаментальными научными исследованиями по получению и исследованию полупроводниковых материалов АЗВ5, затем, по мере разработки этой тематики, исследования принимали более прикладной характер, имевший целью создание полупроводниковых источников и приемников излучения, работающих в средней ИК области спектра (диапазон длин волн 3-5 мкм). С некоторыми вехами на этом пути можно ознакомиться в статье [1]. «Толчком» к созданию компании стала поддержка со стороны Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы «СТАРТ-05». Первоначальной целью было сделать продукт в «железе» — полупроводниковый источник и приемник инфракрасного излучения — светодиод и фотодиод, вобравший в себя те знания и опыт которые накапливались за предшествующие годы и который мог бы быть использован потребителем, в нашем случае компаниями, работающими в сфере аналитического приборостроения. Затем была задача разработать технологию мелкосерийного производства свето- и фотодиодов на базе доступных нам научно-производственных мощностей. Несколько лет ушло на выстраивание всей технологической цепочки, включающей поиск поставщиков необходимых материалов и комплектующих изделий. Параллельно с этим велись разработки, направленные на расширение номенклатурной линейки — свето- и фотодиодов, специализированных под конкретных потребителей. Несколько лет назад, при поддержке программы «Интернационализация» (конкурс «Экспорт» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере) активно начала развиваться тематика, связанная с разработкой не просто компонентов, а приборов или

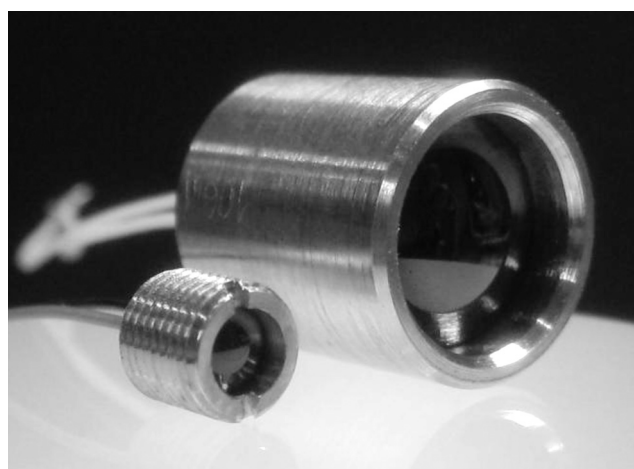


**М. А. Ременный,**  
к. ф.-м. н., генеральный директор  
ООО «ИоффеЛЕД», [www.ioffeled.com](http://www.ioffeled.com)  
[Mremenny@mail.ioffe.ru](mailto:Mremenny@mail.ioffe.ru)

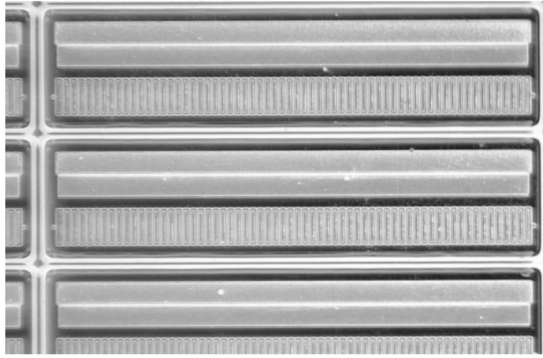
сенсорных частей приборов — высокочувствительных оптических газовых и пирометрических сенсоров. В частности, в сотрудничестве с зарубежными коллегами были разработаны, изготовлены и уже проходят опытную эксплуатацию быстродействующие пирометры для контроля технологических процессов печатной электроники (printed electronics).

### Продукция

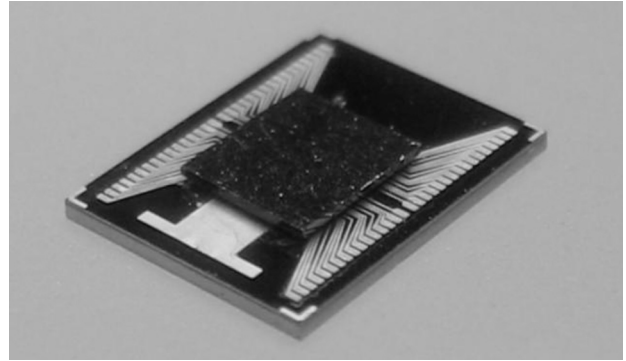
Основная продукция нашей компании — это «полупроводниковая элементная база» — фотонные источники и приемники излучения — свето- и фотодиоды, работающие в диапазоне длин волн 3-5 мкм. По сравнению с традиционными конкурентами, например, тепловыми приемниками излучения (пирозлектрическими приемниками, болометрами) фотодиоды имеют значительно более высокие значения чувствительности, быстродействия и срок



Иммерсионные фотоприемники (фотодиоды), используемые в оптических сенсорах для детектирования углекислого газа и углеводов (диаметр линзы 3,5 и 10 мм)



Чипы многоэлементных фотоприемников (64×1) до их разделения (размер одиночного элемента 250×25 мкм)



Многоэлементный инфракрасный излучатель, используемый для симуляции инфракрасных изображений

службы, меньшие размеры и энергопотребление. Для специалистов очевидно, что лучшие параметры достигаются за счет использования более сложной технологии их производства, и как следствие, достигаются при более высокой себестоимости. Если сравнивать с конкурентами в «своем классе» — полупроводниковыми фотоприемниками (фотодиодами и фотосопротивлениями), то нужно уже говорить о конкретных характеристиках: кого-то мы переигрываем по техническим характеристикам, в частности чувствительности; а если сравнивать с лучшими достижениями зарубежных производителей, то, имея практически аналогичные параметры чувствительности, наша продукция оказывается значительно более привлекательной по цене. В целом, мы предлагаем наиболее широкое семейство компонентов для работы в этой спектральной области — около 25 наименований по фотодиодам и 20 — по светодиодам.

Если же говорить про перспективные разработки (некоторые из которых уже проходят опытную эксплуатацию), то здесь нужно отметить два направления: разработка новых компонентов и разработка датчиков на основе наших компонентов.

Разработка новых компонентов включает, например, создание многоэлементных приемников и источ-

ников излучения (матрицы и линейки небольшой размерности), а также двухцветных фотоприемников.

В области датчиков на данный момент наиболее востребованы два направления: оптические газовые сенсоры и пирометрические сенсоры. В разрабатываемых газовых сенсорах мы можем предложить возможность измерения содержания широкой номенклатуры газов: природного газа и других углеводородов, углекислого, угарного и других газов, полосы поглощения которых лежат в средней ИК области спектра (в частности:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) — с лучшим значением обнаружительной способности к газу на единицу затраченной электрической мощности (т. е. можно получить оптический датчик с самым низким энергопотреблением) и практически неограниченным сроком службы.

В сенсорах для пирометрии (датчиках, которые измеряют температуру разогретого объекта по его тепловому излучению), благодаря разработке оригинальных двухцветных фотодиодов, мы можем предложить измерение абсолютных значений температур в широком диапазоне, включая измерение невысоких температур (от 20 градусов) по методике пирометрии спектрального отношения с наилучшими значениями параметров быстродействия и погрешности.



Двухспектральный пирометр (пирометр спектрального отношения) для быстродействующего измерения низких температур



Установка плазмо-химического травления для проведения одной из операций постростовой обработки полупроводниковых пластин



Рабочие места для проведения оптических и атомно-силовых измерений

## Потребители

Приятно отметить, что на сегодняшний день основной спрос обеспечивают российские компании, которые на базе наших компонентов разработали и серийно производят: трассовые инфракрасные детекторы взрывоопасных и токсичных газов, предназначенные для непрерывного контроля до взрывных концентраций углеводородных газов на технологических установках; системы бесконтактного измерения абсолютной толщины и разнотолщинности полимерного полотна; портативный спектрофотометрический анализатор концентрации паров этанола в выдыхаемом воздухе (алкотестер); капнограф прямого потока для измерения содержания углекислого газа в выдохе пациента.

Что касается зарубежного рынка, то, несмотря на то, что первыми покупателями наших компонентов были именно западные компании значительный рост продаж за границу, на мой взгляд, можно будет получить только в случае предложения более сложных изделий, в частности, газовых и пирометрических сенсоров, обладающих свойствами, которые на данный момент, являются уникальными. В нашем случае, такими уникальными свойствами могли быть: низкое энергопотребление в оптических газовых сенсорах и возможность быстрого измерения абсолютных значений низких температур в пирометрах на основе двухспектральных фотодиодов. Разработка таких сенсоров находится в завершающей стадии, ряд экспериментальных образцов проходят опытную эксплуатацию. Помимо, упоминавшихся выше пирометров для печатной электроники, были разработаны пирометры для контроля температуры поверхности реактора, создаваемого в рамках проекта МАГАТЭ. Для российских заказчиков были разработаны и введены в эксплуатацию системы для контроля температуры держателя подложек в установках молекулярно-пучковой эпитаксии и температуры лазерного скальпеля, используемого в медицине. Несмотря на полезный опыт, полученный при взаимодействии с зарубежными заказчиками, наибольшие возможности роста в ближайшей перспективе, мы связываем со спросом со стороны российских компаний. Это связано, как с ростом внутрироссийского спроса на сенсоры отечественного производства из-за значительного роста цен на импортные компоненты, так и с определенными административными барьерами со стороны запада.

## Положение компании

В той нише, которую мы занимаем, наши позиции достаточно устойчивы, что связано с одной стороны с тем, что за прошедшие годы используемые нами технологии приобрели «зрелость», в том смысле, что: основные технологические процессы, в основном, отработаны; установлены долгосрочные партнерские отношения, как с нашими субподрядчиками, так и заказчиками, которые выдержали испытания случившимися иногда «браками» и задержками поставок, которые неизбежно имеют место быть на начальных этапах вывода продукции на рынок. Важным преимуществом является стабильность коллектива компании. Сотрудниками компании являются специалисты всего производственного цикла, включая рост полупроводниковых пластин, постростовую обработку, сборку и тестирование приборов, многолетняя работа которых обеспечила генерацию, сохранение, передачу от поколения к поколению знаний и «ноу-хау», необходимых для производства существующих и разработки новых компонентов. С другой стороны, востребованность в наших компонентах растет, поскольку они могут являться ключевыми элементами различных датчиков, спрос на которые постоянно увеличивается. Однако «интрига» ситуации в том, что даже для сохранения позиций нужно постоянно расти, не только по обороту, но и по номенклатуре изделий, их законченности, технологичности, функциональности и, в конце концов, сложности, что требует постоянного увеличения вложений финансовых, временных и человеческих ресурсов. При этом мы остаемся малой компанией, работающей для относительно небольшой группы потребителей (производителей аналитического оборудования). Растет эта группа — растем и мы, а основным условием для роста оказывается общая ситуация в стране: развивается ли промышленность, работают ли научно-исследовательские институты в интересах промышленности, т. е. формируется ли спрос на наукоемкую продукцию? Рецепт выживания и развития в такой ситуации может быть только один: постоянно развивать свои технологические компетенции, расширять продуктовый ряд и искать новые рынки. И мы к этому готовы!

### Список использованных источников

1. Б. А. Матвеев. Светодиоды средневолнового ИК-диапазона на основе гетероструктур  $A_3B_5$  в газоаналитическом приборостроении. Возможности и применения // Фотоника, № 6 (48), 2014. С. 80-90.