

Г.Аутз, Autz + Herrmann Gmbh, helmut.autz@autz-herrmann.de;  
 Д.Хелд, Held Systems Deutschland Gmbh, jürgen.held@held-systems.de;  
 Г.Канн, TRUMPF Gmbh+Co.KG,  
 holger.kapp@de.trumpf.com

# НОВЫЙ СВЕТ

**В** мае 1960 Теодор Майман получил первую вспышку лазера, а в декабре 1964 года пионеры лазерной техники Николай Басов, Александр Прохоров и Чарльз Таунз были удостоены Нобелевской премии за фундаментальный вклад в области квантовой электроники. Казалось, что лазерные технологии изменят мир. Но обещанной новой эры ждать пришлось довольно долго.

В 1960 году люди говорили, что скоро можно будет исправлять зрение, передавать сигналы, растачивать, резать или сваривать различные материалы. Луч лазера будет направлять, обнаруживать или уничтожать ракеты, измерять уровень загрязнения атмосферы или даже ускорять ядерный синтез. В то время "Ридерз Дайджест" писал о "свете надежды"; в "Нью-Йорк Таймс" видели, как лазер озаряет будущее; "Тайм Мэгэзин" называл его "самой яркой частью физики твердого тела со времен транзистора". Ведь незадолго до этого транзистор произвел электронную революцию: создание новой промышленности объемом более миллиарда долларов, лидирующую роль в которой занимали США.

Все важные исследовательские институты США сосредоточили свою работу на разработке лазера, что отразилось на государственной программе научных исследований. Во время "холодной войны" правительство США делало упор на наращивание боевой мощи за счет технологического прогресса, в 1950-х значительно увеличиваются расходы на оборону. В соответствии с данным Aviation Week and Space Technology, Министерство обороны инвестировало в развитие лазерной технологии около 1,5 миллионов долларов США. Программы военных исследований означали для новой лазерной промышленности то же самое, что акционеры и венчурные компании для интернет-индустрии 40 лет позднее: легкий доступ к финансовым ресурсам. Почти 500 компаний занимались исследованиями лазера или использовали его для исследований. Около 20–30 компаний выве-

ли лазеры на рынок, который, по предсказаниям деловой прессы, должен был развиваться огромными темпами. А к 1973 году, если бы предсказание сбылось, рынок должен был стать миллиардным.

Прогноз оказался ошибочным, действительность отстала минимум на 10 лет. К 1964 году исследователи и инженеры лазерной техники, безусловно, провели огромное количество испытаний и экспериментов, о чем свидетельствует книга "История лазера", опубликованная Джоном Кэрролом, главным редактором Electronics Magazine. В книге, среди других, были фотографии 500-ваттного лазера, сверлившего стальную балку, экспериментов по сохранению данных и передаче телевизионных сигналов.

Тем не менее, эксперименты подтвердили реальное положение дел: каждая попытка интегрировать лазер в какую-либо уже существующую технологию показывала, что существующая технология является оптимальной. И так было до тех пор, пока инженерам не пришлось полностью переработать производственный цикл под лазер. В 1964 году разочарованные фанаты лазера произнесли ставшую потом известной фразу: "Лазер – решение не найденной проблемы". Они имели в виду то, что транзистор легко заменил вакуумные трубки, в то время как лазер все еще оставался неисследованным инструментом, и более того – он сам был проблемой. Материалы для его изготовления были недостаточно чистыми, конструкция хрупкой, производственные показатели неудовлетворительными. Отсутствовали области применения, которые могли привести в

движение промышленную спираль наращивания объемов, стандартизацию продукции и снижение цен.

К концу 1970-х гелий-неоновый лазер применялся там, где не требовалась большая производительность: сканеры кассовых аппаратов, лазерные принтеры и измерительное оборудование. Появление CD-проигрывателей и расширение сетей передачи данных спровоцировало резкое увеличение спроса на полупроводниковые лазерные источники, такие как крошечные и недорогие лазерные диоды. Сегодня цифровые информационные технологии и производство бытовой электроники целиком зависят от лазера. В развитии высокоэффективных лазеров знаменательное событие произошло в Великобритании в 1967 году Германский производитель оборудования Мессер Грисхайм/Messer Griesheim, производитель источников излучения из США Когерент/Coherent и Великобританский исследовательский Институт Сварки объединились для разработки лазера для нового промышленного применения: резки плоских листов металла. Сегодня такая модель исследовательского союза типична для лазерной промышленности. Доктор Ганс-Джозеф Хаеп, бывший управляющий производством и технологией обработки материалов "Даймлер" (Германия) считает это одной из главных причин успешного внедрения лазера в промышленное производство, произошедшее в Германии в начале 1980-х. В качестве примера он описывает развитие технологии сварки автомобильных кузовов в производстве "Даймлер": "Институт исследования лазерных технологий представил результаты обширных исследований по взаимодействию фотонов с металлом и управлению этим процессом. ТРУМПФ внедрил эти технологии в системы, подходящие для промышленного использования и ранее протестированные "Даймлер". Информация, полученная в ходе этих исследований, была доступна всем участникам проекта и использовалась для дальнейшего развития технологии".

В 1967 году партнеры обнаружили, что лазер в сравнении с другими технологиями обладает лучшей режущей способностью. Кроме того, лазерная резка имела потенциал выйти на растущий рынок как стандартная промышленная технология. В начале 60-х копировальные вырубные станки ТРУМПФ совершили революцию в области обработки листового металла и создали новый рынок по обеим сторонам Атлантического океана. Вырубной копир, позже ставший станком с ЧПУ, превратил в реальность процесс получения разнообразных контуров с использованием автоматического управления. В то же время они были доступны даже для небольших компаний, работающих по принципу мелкосерийного производства и нуждающихся в обработке листового металла с промышленной точностью. Первый станок лазерной резки был запущен в работу на мелкосерийном производстве в Бирмингеме (Великобритания). Но это был единственный лазерный станок.

Некоторые производители оборудования, такие как Messer Griesheim, стали интеграторами, поставляя собственные лазер-

ные установки. Они сделали новый инструмент доступным для своих клиентов. Остальные, такие как Jürgen Held из Held Systems, пошли по другому пути и сосредоточились на получении знаний, связанных с изготовлением единичных станков по специальному заказу. Их процветание основывалось на производстве специализированного оборудования, которое мог сделать не каждый производитель, и которое нужно было далеко не всем. С самого начала лазер предлагал экстраординарные возможности в обоих направлениях. Производство лазерного оборудования начало развиваться как бизнес-модель. Воодушевленные этим, внедряющие лазер компании прищипорили лошадей, результатом чего стало стремительное развитие базы технических знаний в 1970-х. В то же время, параллельно развивалось и производство технических компонентов для генерации и управления лучом лазера.

В конце 1970-х резка листового металла стала промышленной технологией. Пришло время стандартного оборудования. В Германии ТРУМПФ уже проводил эксперименты с импортным CO<sub>2</sub>-лазером, но американский конкурент опередил его. Компания Stripit представила свой первый станок для лазерной резки на выставке IMTS в США. И в 1979 году ТРУМПФ, предлагавший рынку гибкий процесс обработки листового металла, провалился со своим первым комбинированным станком для прошивки отверстий, объединившим вырубку и лазер. Его ценность состояла в световом инструменте, режущем по свободно программируемому контуру, контролируемому ЧПУ. Но Siemens установил первый станок в лабораторных условиях, а не в обычном цехе обработки листового металла. А ведь покупатель должен был видеть станок не как высокотехнологичную мечту, а как надежное оборудование, заслуживающее доверия.

В поисках предприятий мелкосерийного производства как дополнительных клиентов, профессор Бертольд Ляйбингер, занимавший пост председателя правления, провел переговоры с предприятием мелкосерийного производства Autz + Hermann из города Гейдельберга. Хельмут Отс сразу же заинтересовался сделанным предложением. Его коллеги, с другой стороны, высказывали свои сомнения. Они видели, как осторожно операторы Siemens обращаются со станками и были уверены, что такое оборудование не будет работать в цехе или на производственной площадке. Коммерческий призыв, сделанный профессором Ляйбингером, достиг своей цели. Он звучал следующим образом: "Конечно, вы можете подождать появления лучших станков. И они появятся. Но до этого зарабатывать будут те, кто решится работать с этим оборудованием сейчас". Из "игрушки инженеров" лазер превратился в инструмент, несущий преимущество в конкурентной борьбе. Превращение лазерной резки в стандартный инструмент обработки стало таким же значительным шагом в эволюции высокоэффективного лазера, как модель "Форд Т" в автомобилестроении.

# Основные вехи

Что обусловило развитие лазера? Откуда появились идеи основных применений по обработке материалов? Ответы на эти вопросы дал физик Марио Бертолотти и промышленный журналист Дэвид Белфорт.

## 1961 // Лазерный затвор

Затвор лазера выпускает кратковременные импульсы большой мощности в наносекундном диапазоне. Это было ключевым моментом в первых применениях лазера, таких как сварка часовых пружин.



## 1964 //

### CO<sub>2</sub>-лазер

CO<sub>2</sub>-лазер был первым лазером, выдававшим большую мощность для лазерной обработки материалов.



## 1966 // Лазеры на красителях

Спектры испускания флуоресцентных красителей позволяют регулировать длину волны лазера в довольно широком диапазоне. Лазеры на красителях необходимы для работы многих типов лазеров, включая некоторые фемтосекундные лазеры.



## 1967 // Резка

### листового металла

Концепция закрепились при презентации первого вспомогательной газовой сопла. Вскоре он стал использоваться в небольших предприятиях и легкоуправляемых высокомоощных лазерных системах.



## 1968 // Сжатие импульса

Это технология сжимает импульс. Сжатие импульса дало возможность увеличить интенсивность луча лазера без дополнительных затрат энергии.

1965

1975

1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979

1960

1970

19

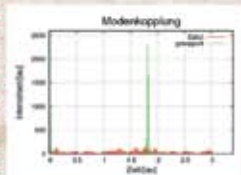
## 1961 //

### Нелинейная оптика

Изобретение лазера стало ключом к реализации на практике нелинейной оптики. Это обусловило возможность применения электрических методов в оптике.

## 1962 // Полупроводниковый лазер

Исследования полупроводникового лазера проводились с 1955 г. Впервые лазерный луч был получен в 1962 г. В 1980-х он введен в технические средства связи и с тех пор находит себе применение в различных продуктах, значительно уменьшая их размеры.



## 1963 //

### Синхронизация мод

Синхронизация мод обеспечивает регулярный поток очень стабильных импульсов одной интенсивности. Это положило фундамент для лазерной связи и стало основой для фемтосекундных лазеров.



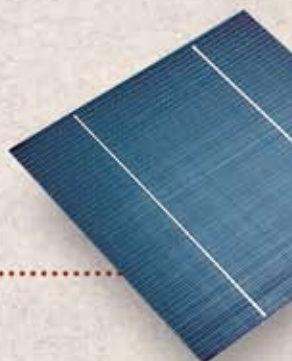
## 1971 // Сверление переходных микроотверстий

Компания Western Electric первой соединила два слоя многослойной платы посредством проводящего отверстия. Эта техника играет важную роль в производстве высокоэффективных солнечных элементов.

## Около 1965 //

### Лазерная маркировка

Идея маркировки металлических и других материалов появилась очень рано. Но до общепромышленного применения, как сегодня, прошло еще 10 лет.





# 2010

★ 2000–2009: Тергерцевые лазеры, поколение наночастиц... Сегодня лазерная технология генерирует больше идей, чем когда бы то ни было. Но какие из этих идей станут основными вехами – покажет время.

### 1971 // Сверление лопаток турбин

Состязание в увеличении скорости реактивного самолета привело к созданию новой технологии охлаждения: лазер высверливает отверстия на лопастях турбины. Такое применение обусловило развитие многоосных систем позиционирования и компьютерное управление фокусировкой луча.



### 1973 // Герметичное уплотнение

Потребность промышленности в электрических схемах и способных работать в «недружелюбных» средах, сыграло важную роль в становлении и росте промышленных лазеров.



### 1982 // Титан-сапфировый лазер

Данный лазер используется для получения коротких импульсов в пикосекундном или фемтосекундном диапазоне. Слабый титан-сапфировый лазер сделал фемтосекундные лазеры лабораторными инструментами.

### 1987

#### // Аддитивный способ

Начало положила идея Калифорнийской компании, использовавшей лазер для создания трехмерных структур из светочувствительного полимера. Позднее эта идея развилась в быстрое прототипирование, лазерную наплавку и микростереолитографию.



## 1985

## 1995

1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 [ ... \* ]

## 80

## 1990

### 1971 // Настройка схемы

К 1971 Motorola начала настраивать напыленные контуры путем испарения их участков. Эта идея развилась в одно из ранних широко распространенных промышленных применений.



### 1982 // Сварка полых заготовок

Эта технология способствовала разработке и производству более легких и энергоэффективных автомобилей. На данный момент во всем мире установлено более 400 установок сварки полых деталей и их число все увеличивается.

### 1988 // Диодная накачка лазера

Эта технология обусловила появление твердотельных лазеров, наиболее часто применяемых при сварке, резании, сверлении и маркировке.

### 1992 //

#### Вырезание по шаблону

Прекрасный пример того, как лазер изменил промышленность – медицинские приборы. С самого первого применения лазер стал мировым выбором для производства шаблонов.

