



ДОСТИЖЕНИЯ, НОВИНКИ И РАЗРАБОТКИ

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
ОБЛАСТИ АНАЛИЗА
ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

➤15 ЛЕТ ОПЫТА КОМАНДЫ



➤300 СОТРУДНИКОВ



электронные компоненты
fregat.ru



системы электротехники
oessp.ru



логистическое
сопровождение



оптика и фотоника
lenlasers.ru



высокомощные
лазерные машины
auroratech.ru



лазеры и лазерное
оборудование
nordlase.ru



закупочное
сопровождение

Мы сделаем лазер, оптимизированный под ваши потребности



10+

лет опыта работы
команды

30+

квалифицированных
специалистов

700+

м² производственных
помещений

> 75

поставленных лазеров
и усилителей
Полный цикл разработки

Делаем технологии из лаборатории доступными для потребителя



**Мощные лазеры
и усилители**



**Одночастотные
лазеры**



**Гибридные
комплексы**



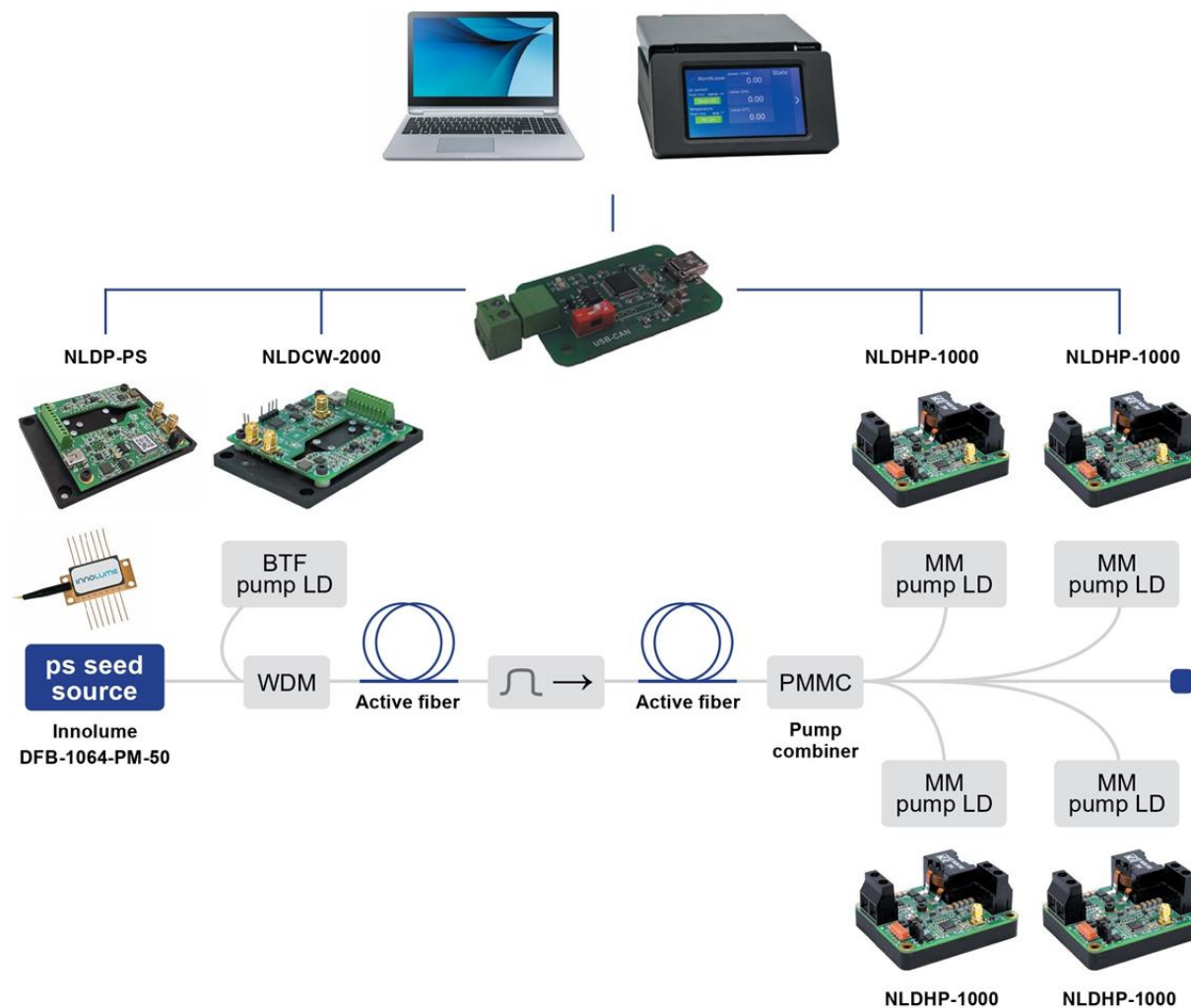
Электроника



**Импульсные
лазеры**

Лазерная электроника

Драйверы для лазерных диодов



Серия NL-YFLSM

Одномодовый непрерывный 2 кВт лазер

- Центральная длина волны 1080 ± 10 нм
- Максимальная мощность до 2000 Вт
- Качество пучка, $M^2 \leq 1.2$
- Непрерывная работа / модуляция

В разработке оптическая
система вывода
излучения для проектов
борьбы с БПЛА



Серия NL-YFLSM

Одномодовый непрерывный 2 кВт лазер

nordlase.ru



Серия NL-YFA

Усилитель узкополосного сигнала

- Центральная длина волны 1064 нм
- Входная мощность 3 Вт
- Выходная мощность до 1500 Вт
- Ширина спектра макс. 0,4 нм

Аналоги зарубежного
производства всегда были
запрещены к продаже в Россию



Реализованные проекты

Система когерентного сложения

- Один задающий генератор, 7 каналов
- Мощность одного канала – 1,5 кВт
- Ширина спектра 0,21 нм
- Система управления фазой

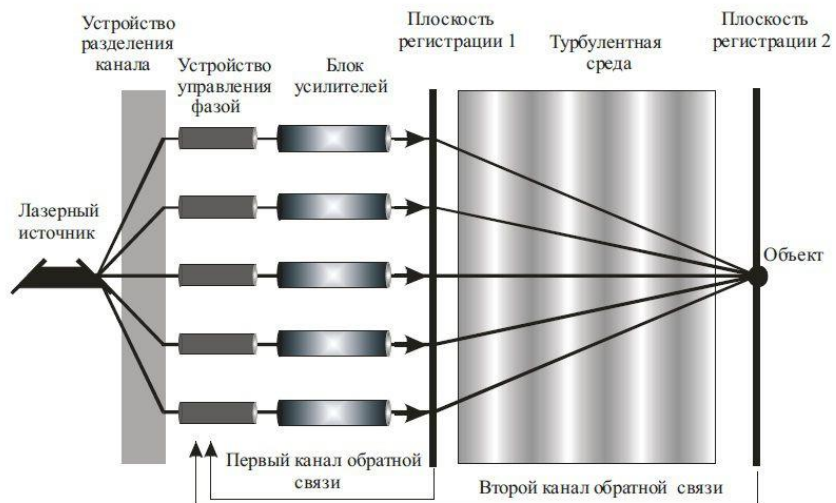


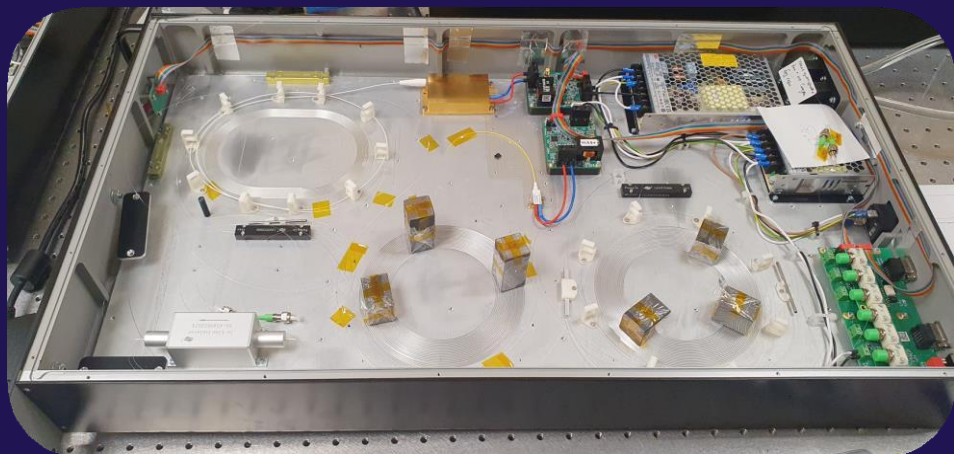
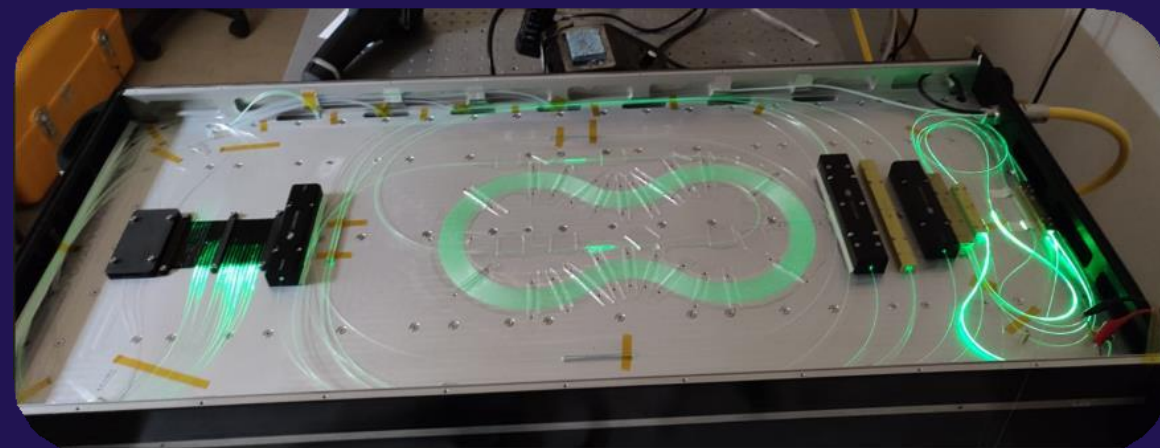
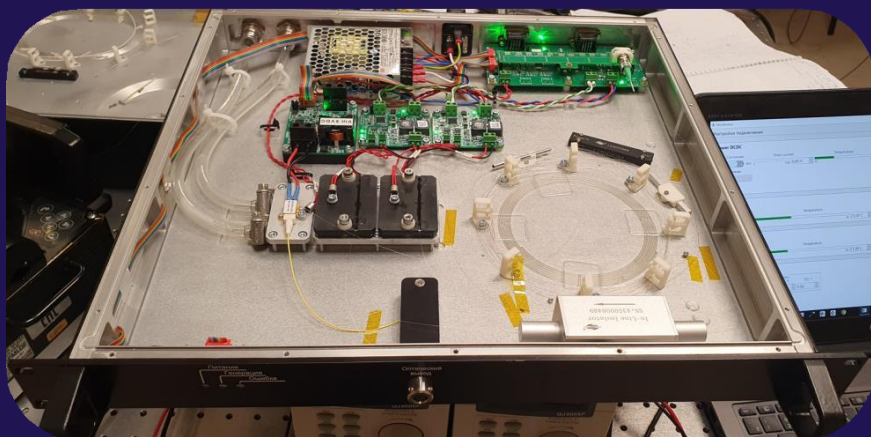
Рис. 1. Схематическое изображение многоканальной оптической системы, включающей контур адаптивного управления излучением



Реализованные проекты

nordlase.ru

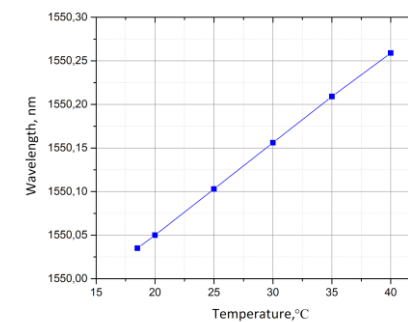
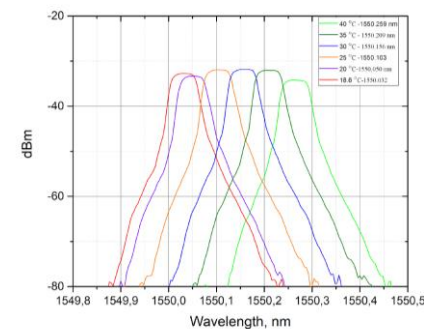
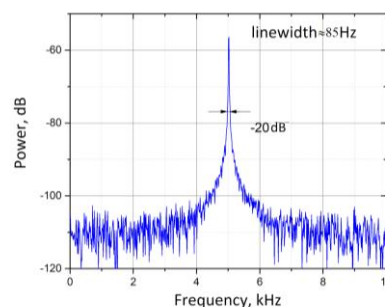
Система когерентного сложения



Серия NL-ESF

Одночастотный лазер

- Центральная длина волны 1550/1064 нм
- Ширина спектральной линии <1 кГц
- Выходная мощность до 7 Вт
- Перестройка длины волны до 20 ГГц
- $M2 \leq 1.1$
- Стабильность мощности не более 0,5% / час (СКО)
- Соотношение сигнал/шум > 45 дБ
- Габаритные размеры 482,6x453x48,3 мм
- Масса 8,8 кг
- Рабочая температура от +15 до +30 °С



Серия NL-ESF

Перспективы

PZT модуляция и стабилизация

Ключевой элемент для возможности PDH стабилизации

Параметрическая генерация

Получение нужных длин волн

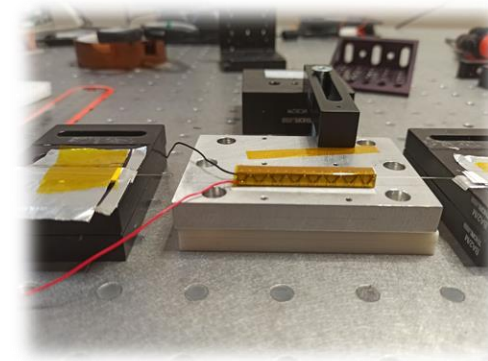
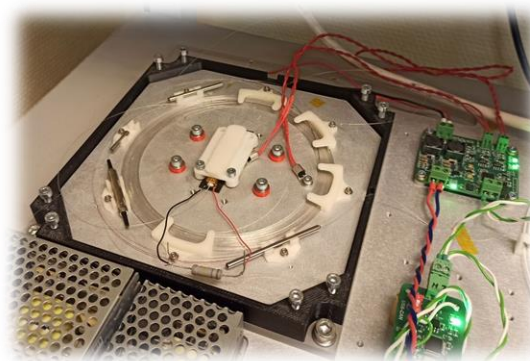
Проверка гипотезы с двумя кольцами

Параллельная разработка DFB-лазера

Разработка Tm лазера

+в перспективе исследования

Nd, Bi, Ho оптических волокон



Разработка: Тm лазер

Волоконный тулиевый лазер

- Центральная длина волны 1940 нм
- Выходная мощность (CW) до 60 Вт
- Импульсная мощность до 500 Вт
- Энергия импульса 0,03 – 6 Дж
- Частота импульсов 1-1600 Гц
- Длительность импульса 0,2 – 50 мс

Применение:

Лазерная хирургия в урологии



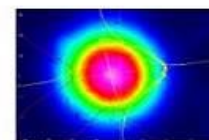
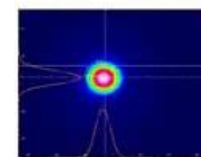
Серия IGUL

Пикосекундный волоконный лазер

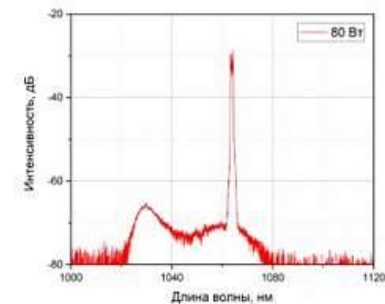
- Центральная длина волны 1064 / 532 / 355 нм
- Диапазон частот 0,5 кГц – 50 МГц
- Ширина спектральной линии <100 пм
- Длительность импульсов (FWHM) 50 пс
- Макс. средняя мощность 80 / 40 / 15 Вт
- Макс. энергия импульса 100 / 50 / 12 мкДж
- $M^2 \leq 1.3$
- PER > 15 дБ
- Компактные габариты 340x330x116 мм

В разработке версия на 266 нм

nordlase.ru



Typical beam profile at 1064 nm at maximum average power



Spectrum at maximum average power of 80 W at 1064 nm

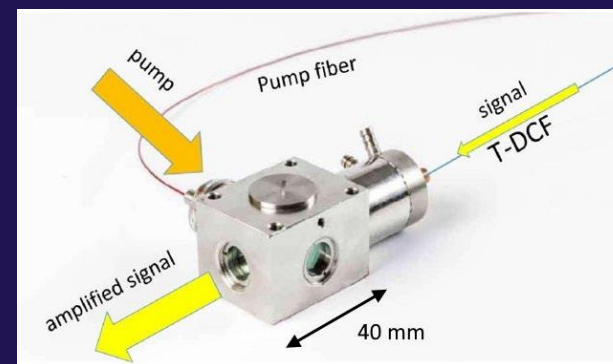
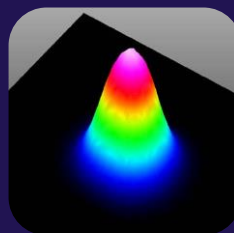
Серия IGUL

Набор уникальных технологий в основе

Классическая схема



Nordlase



Собственная система накачки
и ввода накачки в волокно

Серия волоконных лазеров для ЛИДАРОВ



- Центральная длина волны 1550 нм
- Частота следования 0,5 – 2 МГц
- Длительность импульсов 35 - 500 пс
- Пиковая мощность 10 кВт
- Средняя мощность > 2 Вт
- Энергия импульса 4 мкДж
- $M^2 \leq 1.1$



- Центральная длина волны 1550 нм
- Частота следования 0,5 – 2 МГц
- Длительность импульсов 0,5 - 1 нс
- Пиковая мощность 1-5 кВт
- Средняя мощность > 1 Вт
- Спектральная ширина (FWHM) < 0,5 нм
- $M^2 \leq 1.3$



nordlase.ru

- Центральная длина волны 1064/532 нм
- Частота следования 0,1 – 1 МГц
- Длительность импульсов 0,7 - 4 нс
- Энергия импульса > 25 мкДж*
- Средняя мощность > 3 Вт*
- Спектральная ширина (FWHM) < 0,5 нм
- $M^2 \leq 1.3$

Серия DPSS

Твердотельные лазеры с диодной накачкой

- Длина волны излучения 1064/532/355/266 нм
- Энергия в импульсе до 70 мДж @ 1064 нм
- Стабильность энергии в импульсе <7%
- Частота следования импульсов 1 – 20 Гц
- Длительность импульса 10 – 15 нс
- Расходимость излучения < 6 мрад

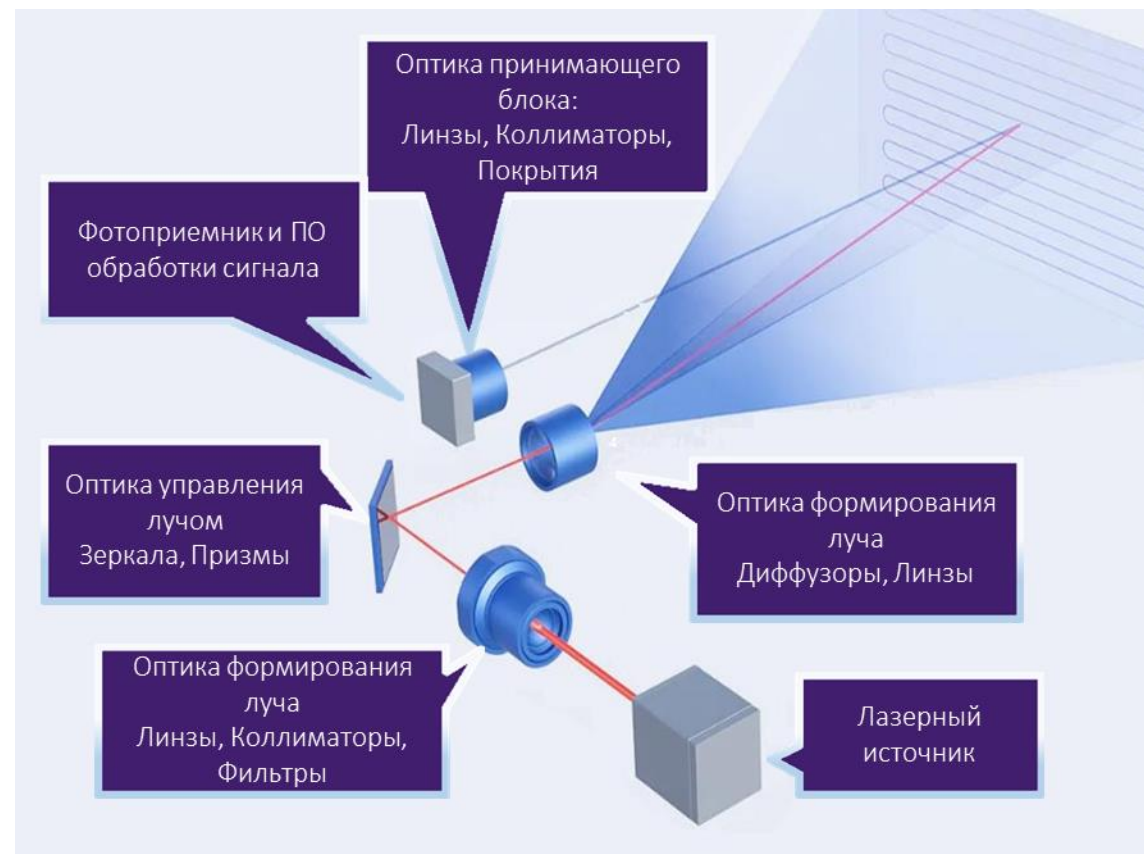
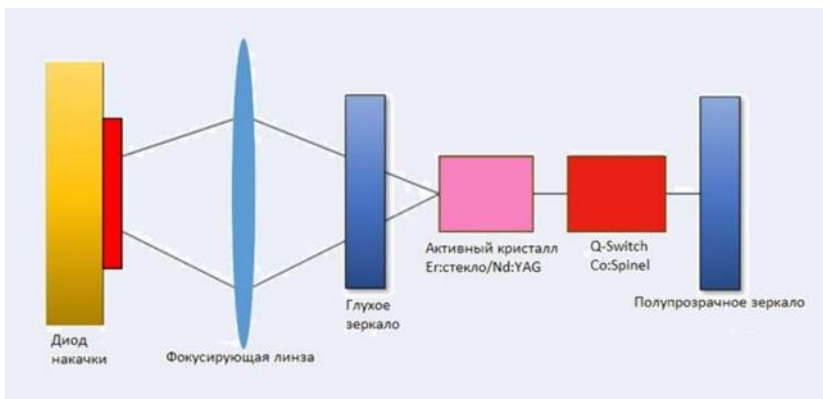
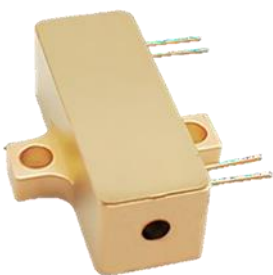
*Параметры и габариты лазера могут быть разработаны непосредственно под вашу задачу



Серия DPSS

Твердотельные лазеры с диодной накачкой

- Рабочие длины волн: 213 - 1064/1535 нм
- Энергия в импульсе:
до 10 мДж @ 10 Гц, / до 60 мкДж @ 1кГц
- Частота следования импульсов до 10 кГц
- Длительность импульсов: 5-10 нс



Серия LDS

Диодные лазерные источники излучения



- Доступные длины волн: 405, 450, 520, 635, 660, 780, 940, 976, 1064, 1550 нм
- Пиковая мощность до 2 Вт*
- Волоконный / free-space выход

- Длительность импульсов: от 30 пс
- Частота следования импульсов:
До 30 МГц от встроенного генератора
До 60 МГц от внешнего источника

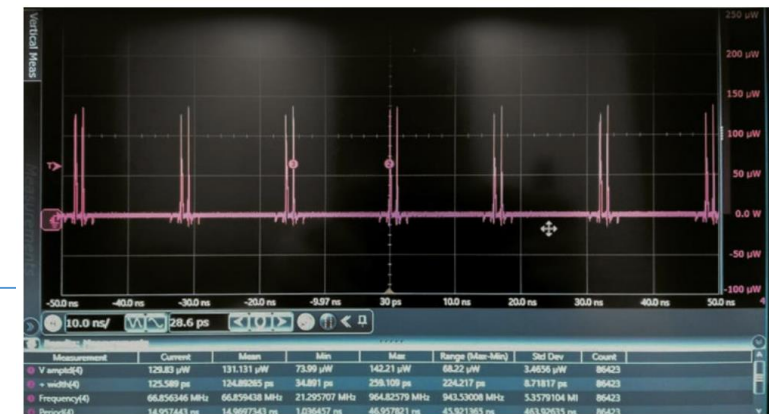
- Длительность импульсов:
Перестраиваемая от 1 до 100 нс
- Частота следования импульсов:
До 10 МГц от встроенного генератора

Доступна полная кастомизация

Серия LDS-XXX-PGM

Программируемая платформа на базе ПЛИС

- Частота повторения до 1 ГГц
- Нет паразитного излучения между импульсами
- Взаимно некогерентные импульсы
- Программируемый паттерн импульсов
- До двух независимых оптических выходов
- LVDS, UART, USB



Пары некогерентных пикосекундных импульсов с интервалом 1 нс

Гибридные лазеры, серия NL-SSL

Волоконный генератор с твердотельным усилением

- Центральная длина волны 1064 нм
- Макс. частота следования импульсов 100 Гц
- Длительность импульсов 10/100/1000/10000 нс
- Доступен режим одиночного импульса
- Макс. энергия импульса > 150 мДж



Лазерные комплексы и установки

Мы предлагаем
широкие возможности
по созданию лазерных
комплексов под ключ



Программное
обеспечение



Визуализация



Оптомеханика
и СУП

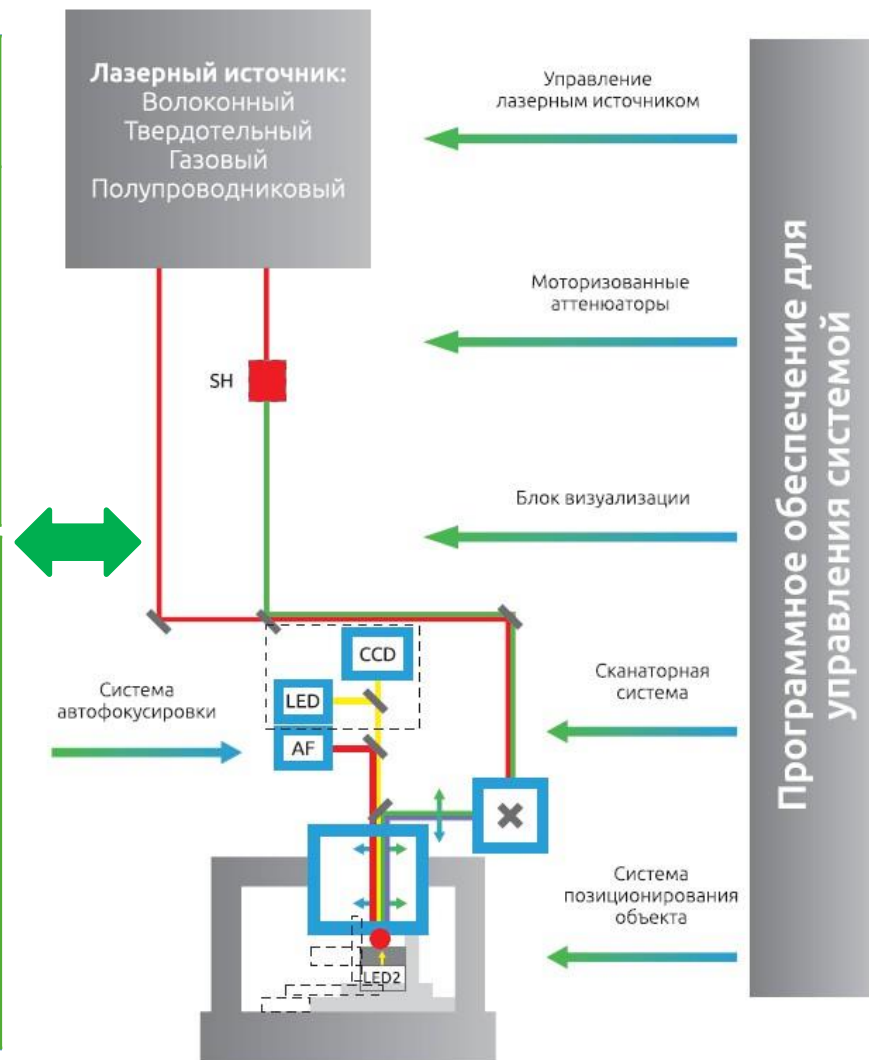


Лазерный
источник



Корпусировка

Лазерные комплексы и установки



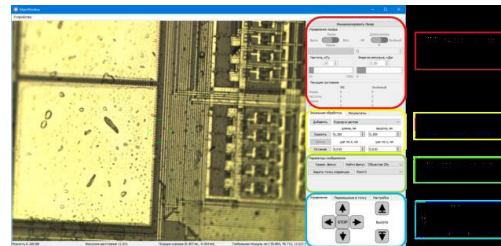
Реализованные проекты

Испытательный стенд: исследования
на радиационную стойкость печатных плат

- Две длины волны (1064 и 532 нм)
- Прецизионный контроль энергии импульса
- Пикосекундная длительность импульсов
- Кастомизированное программное обеспечение
- Автоматически создаваемая карта дефектов



Лазер серии WTIG



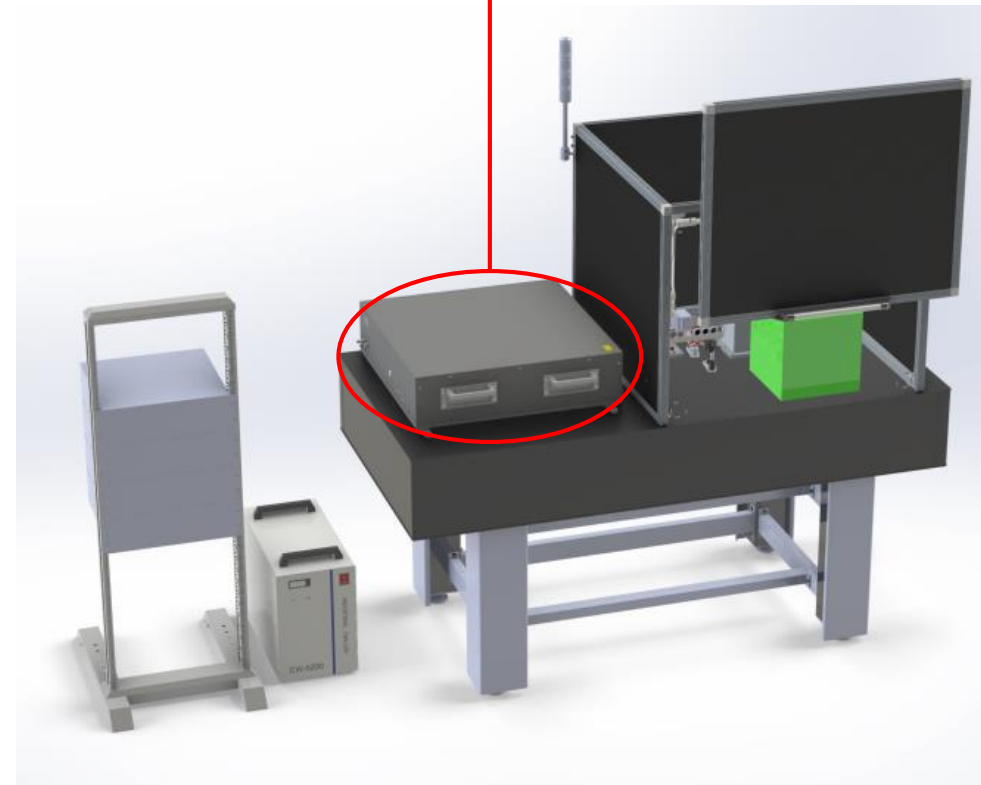
Интерфейс ПО



Реализованные проекты

Испытательный стенд: исследования
на радиационную стойкость печатных плат

- Центральная длины волны 1064 нм
- Широкий диапазон настройки
- Наносекундная длительность импульсов
- Кастомизированное программное обеспечение
- Автоматически создаваемая карта дефектов

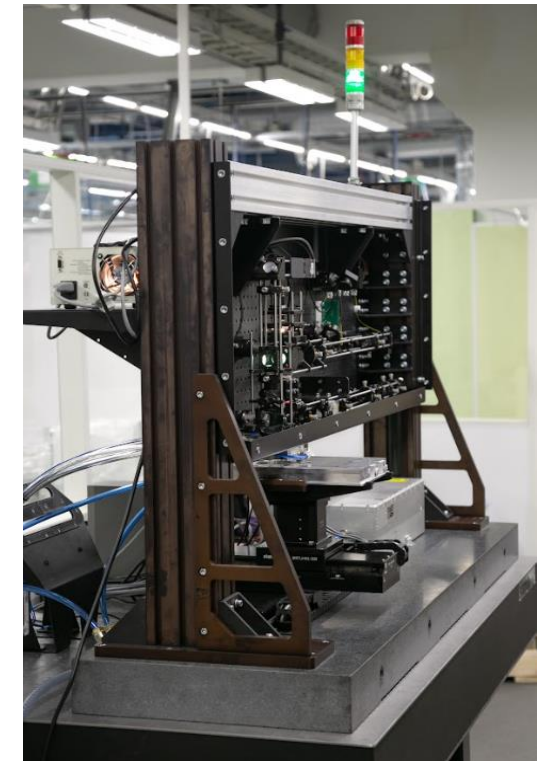
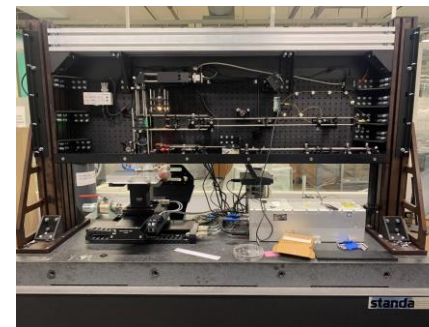
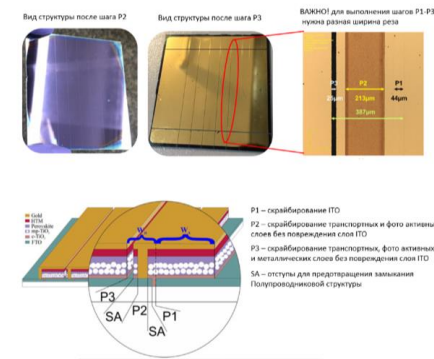


Лазер серии NL-SSL

Реализованные проекты

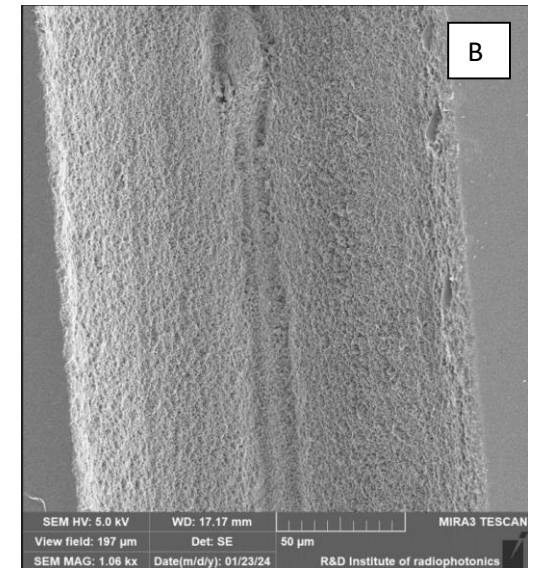
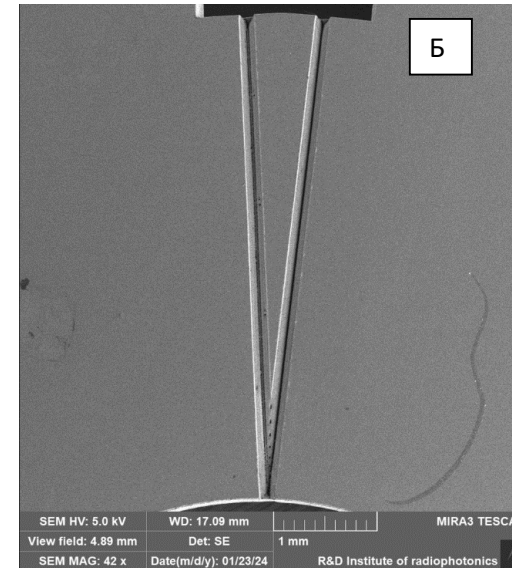
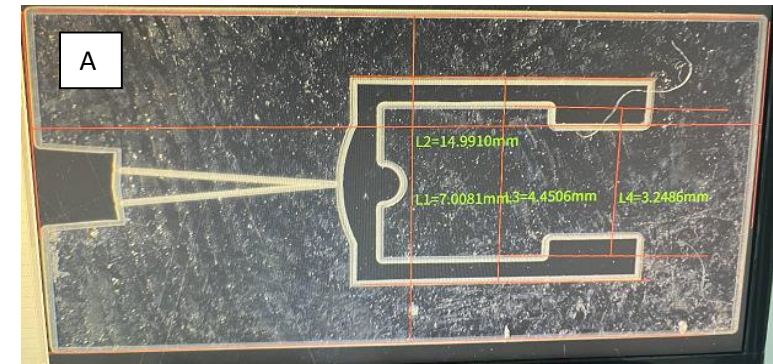
Лазерный стенд для скрайбирования полупроводниковых пластин

- Излучение 355 нм, 50 пс, 12 мкДж
- Активная виброизоляция и очистка от пыли
- XYZ система позиционирования
- Вакуумная фиксация образца

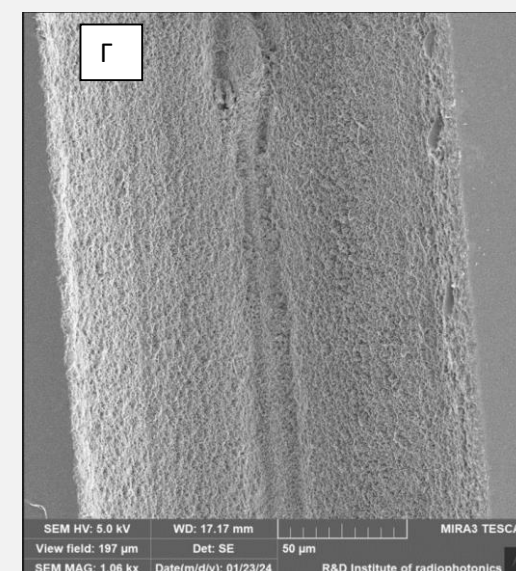
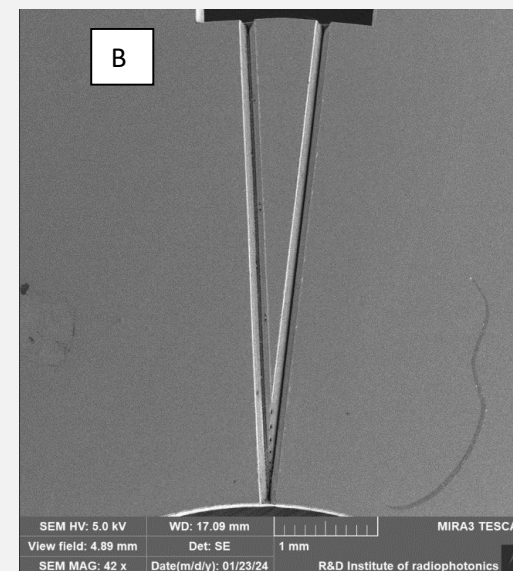
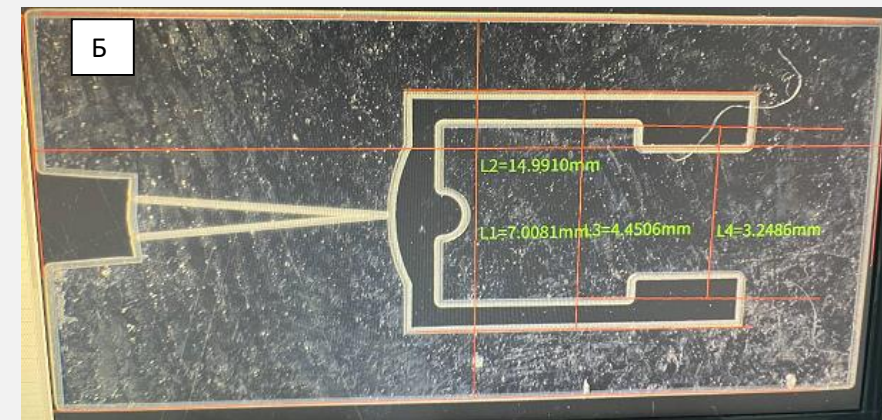
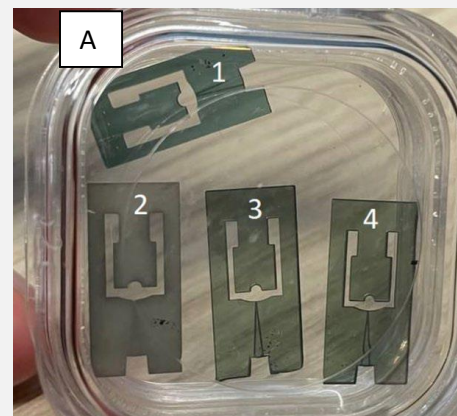
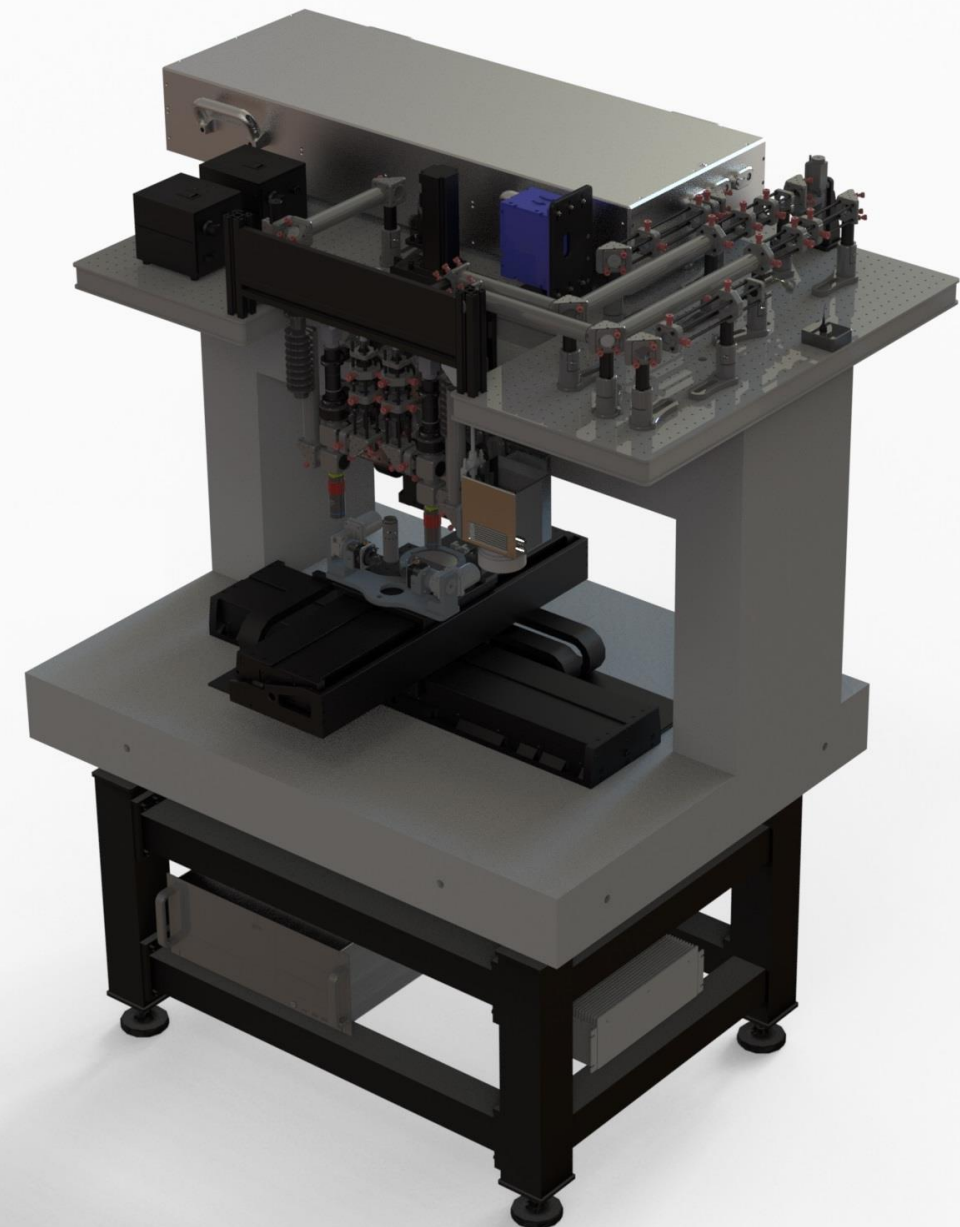


Реализованные проекты

Лазерный стенд для микрообработки плавленного кварца и ниобата лития



Результаты лазерной микрообработки плавленного кварца:
А) Оптический снимок детали из плавленного кварца; Б) СЭМ изображение поверхности детали; В) СЭМ изображение микроканала

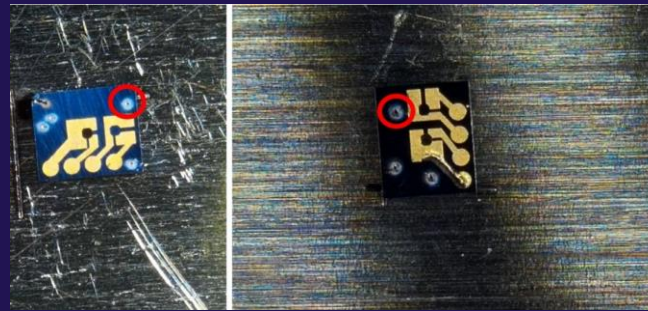


Результаты лазерной микрообработки плавленного кварца:
 А) Внешний вид готовых структур; Б) Оптический снимок детали из плавленного кварца; В) СЭМ изображение поверхности детали; Г) СЭМ изображение микроканала

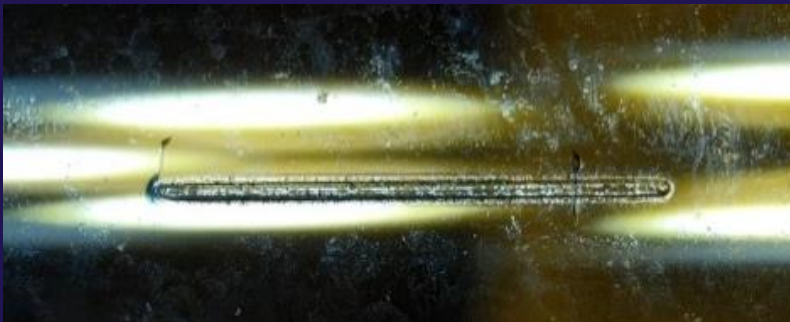
Реализованные проекты

Технологический стенд для отработки технологии микрообработки

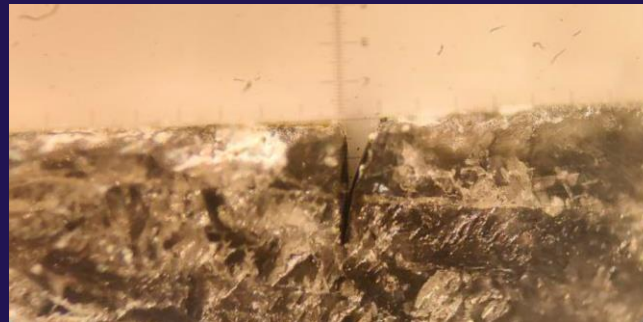
- Мин пятно < 10 мкм
- Точность < 0,5 мкм
- Мощность до 1 МВт



Точечное приваривание лазерных диодов на поверхность металла



Поверхностное скрайбирование стекла



Рез на поверхности синтетического алмаза



Реализованные проекты

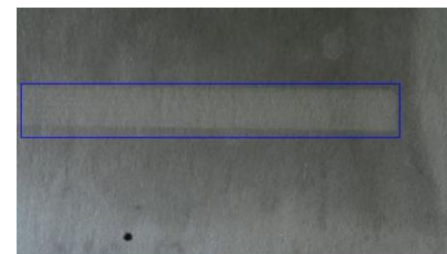
Компактная система лазерной очистки

Очистка прозрачных,
хрупких, тугоплавких
материалов

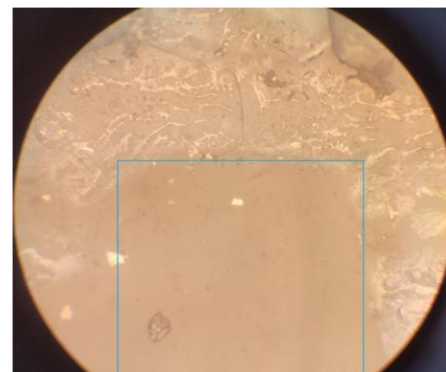
nordlase.ru



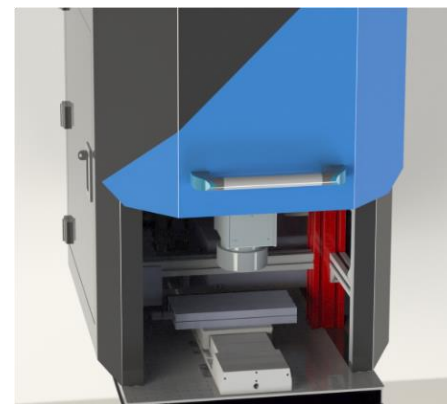
Лазер серии IGUL



Поверхность стекла очищенная
от пленки вольфрама 100 нм



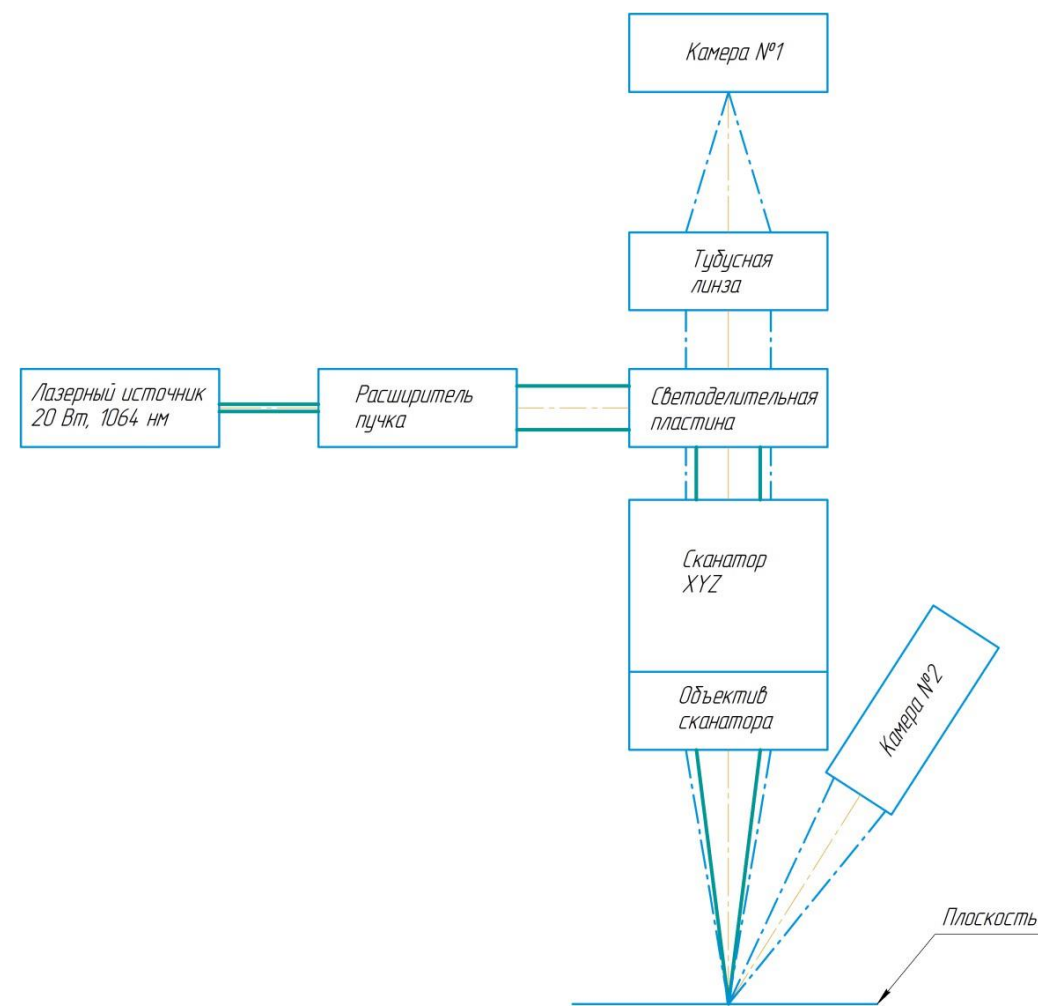
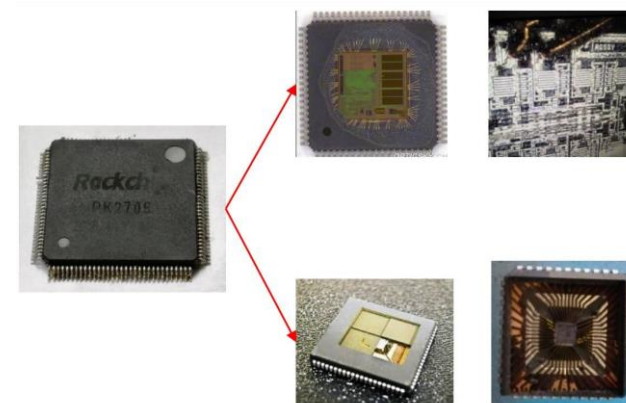
Поверхность стекла очищенная
от углеродной пленки, 80 нм



Разработка

Система для локального удаления корпуса полупроводникового прибора без повреждения внутренней структуры

- Выборочный разрушающий контроль готовой продукции
- Отработка технологии производства полупроводниковых приборов
- Техническая экспертиза полупроводниковых приборов
- Обратный инжиниринг готовых решений
- Деметализация подложек
- Контурная вырезка
- Лазерная литография (экспонирование)
- Прошивка отверстий
- Скрайбирование подложек



Перспективы использования в системах PDV

Зарубежный опыт

QUANTIFI
PHOTONICS™

- ✓ Основана в 2013 году
- ✓ Располагается в Окленде, Новая Зеландия
- ✓ Поставщик измерительного оборудования
- ✓ Львиная доля поставок – кастомизированные решения
- ✓ По тематике PDV:
 - Работает с ведущими лабораториями как на западе (Sandia National Laboratories, National Security Technologies), так и на востоке (оборонные проекты Китая)
 - Поставляет гибко настраиваемые и масштабируемые системы
 - Работает над снижением стоимости и экономической эффективностью систем

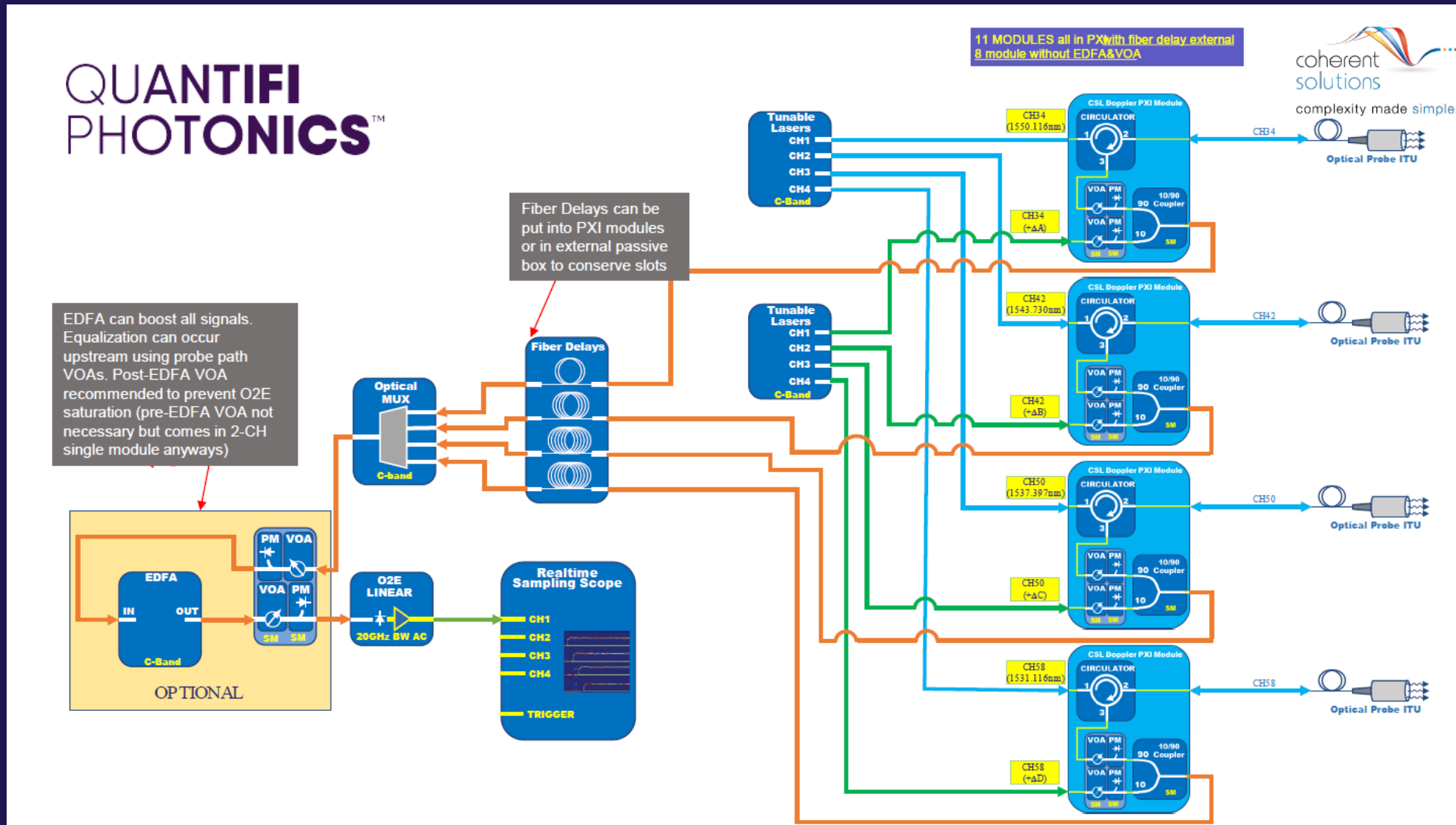


complexity made simple.

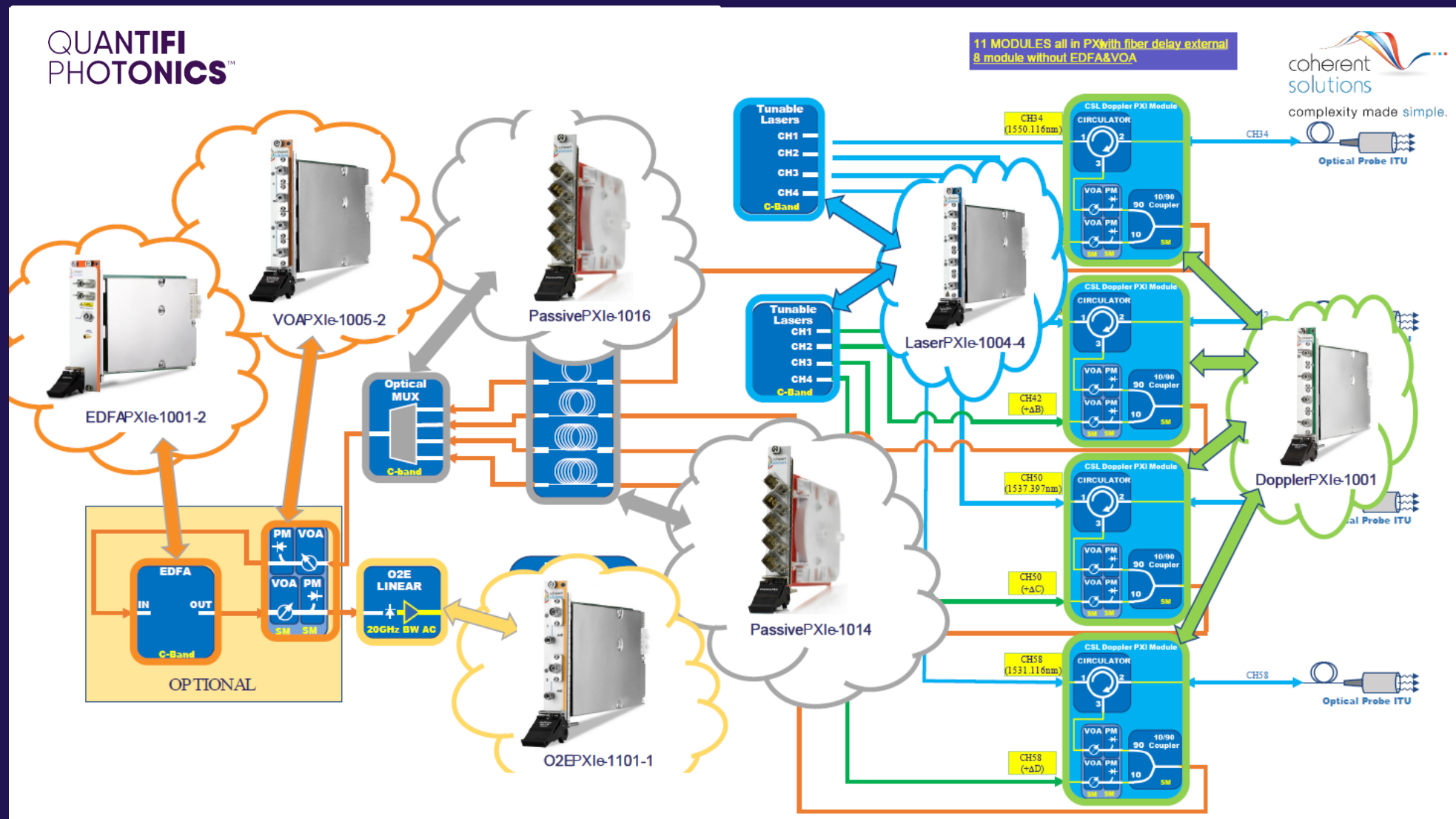
Coherent Solutions is now
known as Quantifi Photonics.

FOR MORE INFORMATION VISIT OUR WEBSITE.

Пример конфигурации MPDV системы

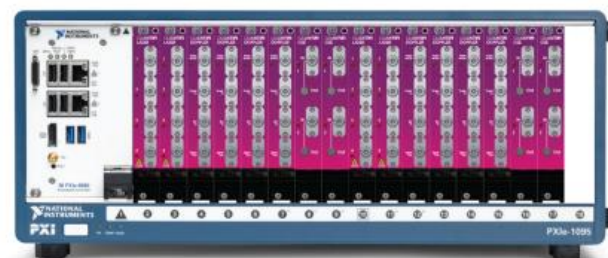
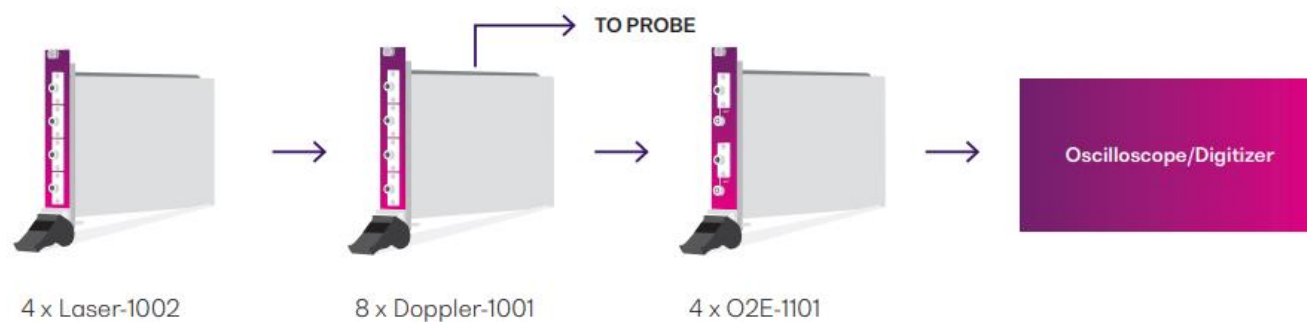


Пример конфигурации MPDV системы



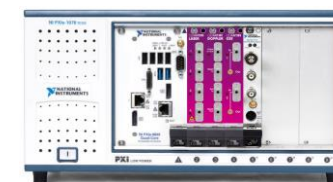
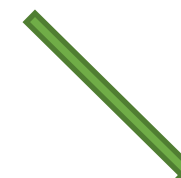
Системы PDV

Зарубежный опыт



QUANTIFI
PHOTONICS™

8-channel PDV system in a single 18-slot chassis

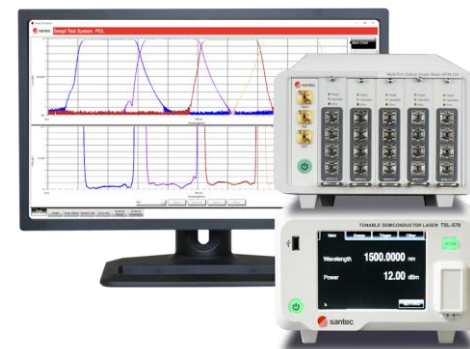


Другие платформы

Зарубежный опыт



EXFO



APEX
TECHNOLOGIES



JGR



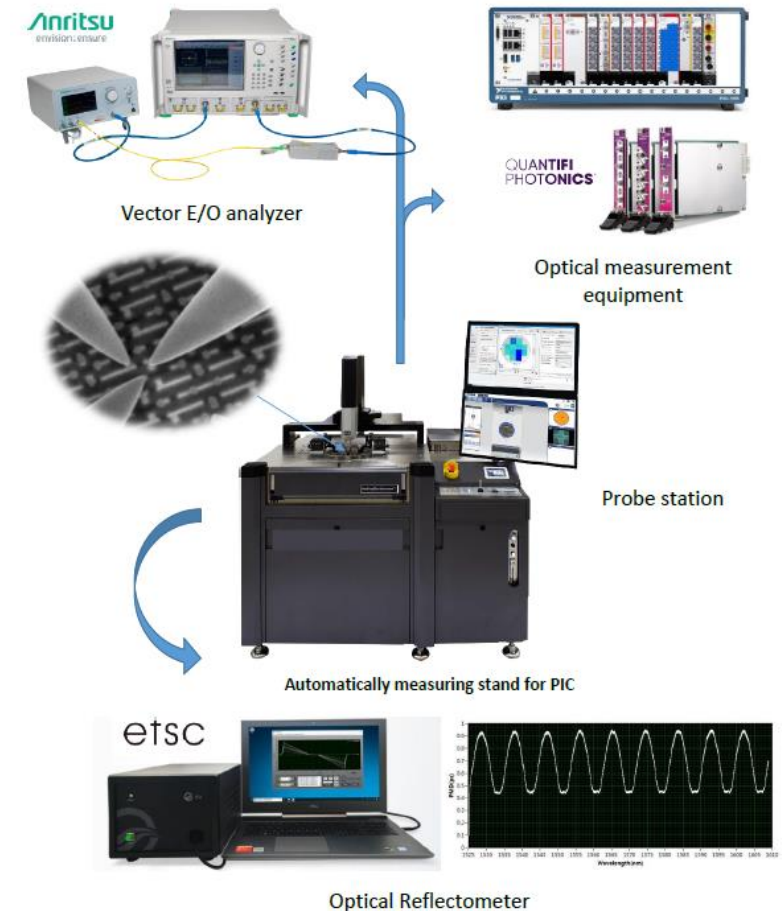
Другие применения платформ

Наш опыт – тестирование фотонных интегральных схем



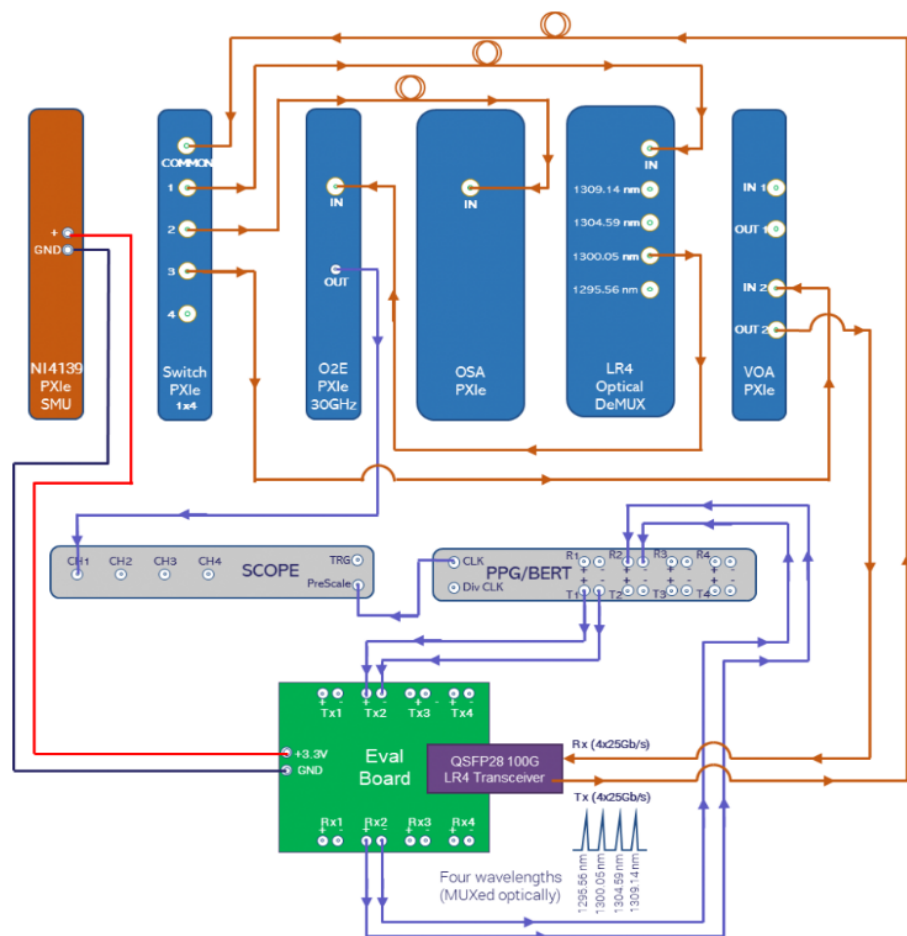
Применение:

- Автоматическое соединение волоконного зонда с микросхемой;
- Точное измерение оптических и электрооптических чипов;
- Запуск одной кнопкой;
- Единое программное обеспечение для всего стенда.



Другие применения платформ

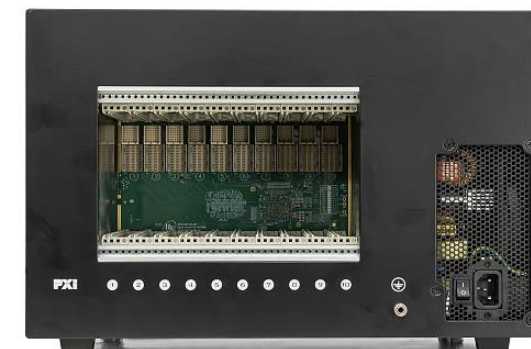
Пример тестирования QSFP28 100G LR4



Выбор платформы

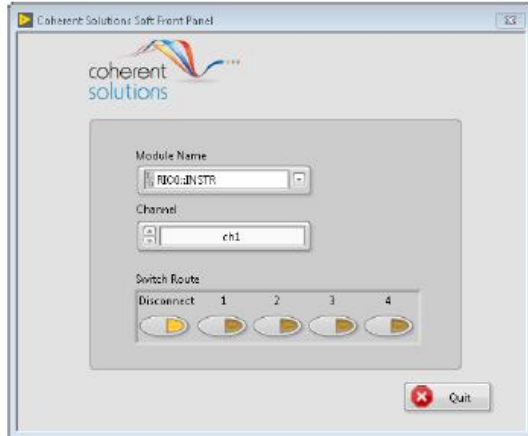
Основа для создания систем

- Развитие собственной платформы
- Использование PXI платформ



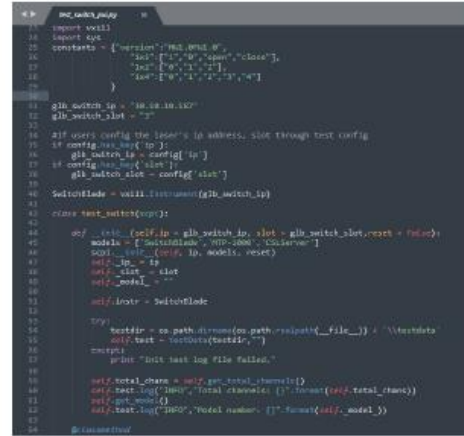
Программное обеспечение

Пример предлагаемого пакета от Quantifi Photonics



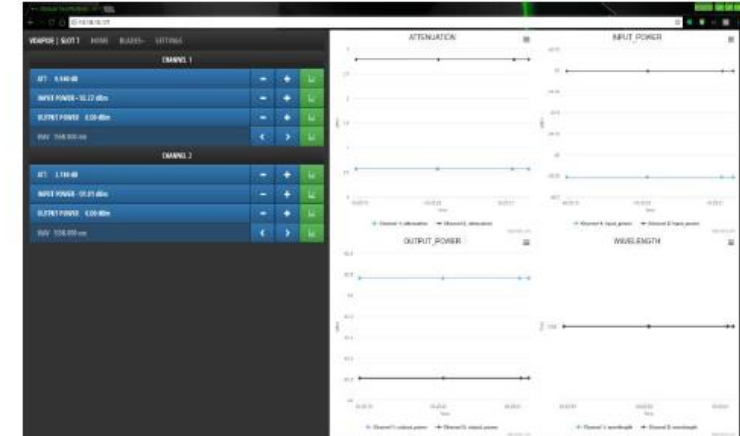
LabVIEW Drivers

Local control and remote operation



VXI11 Server

Use SCPI commands in any environment: C, C++, MATLAB, Python...

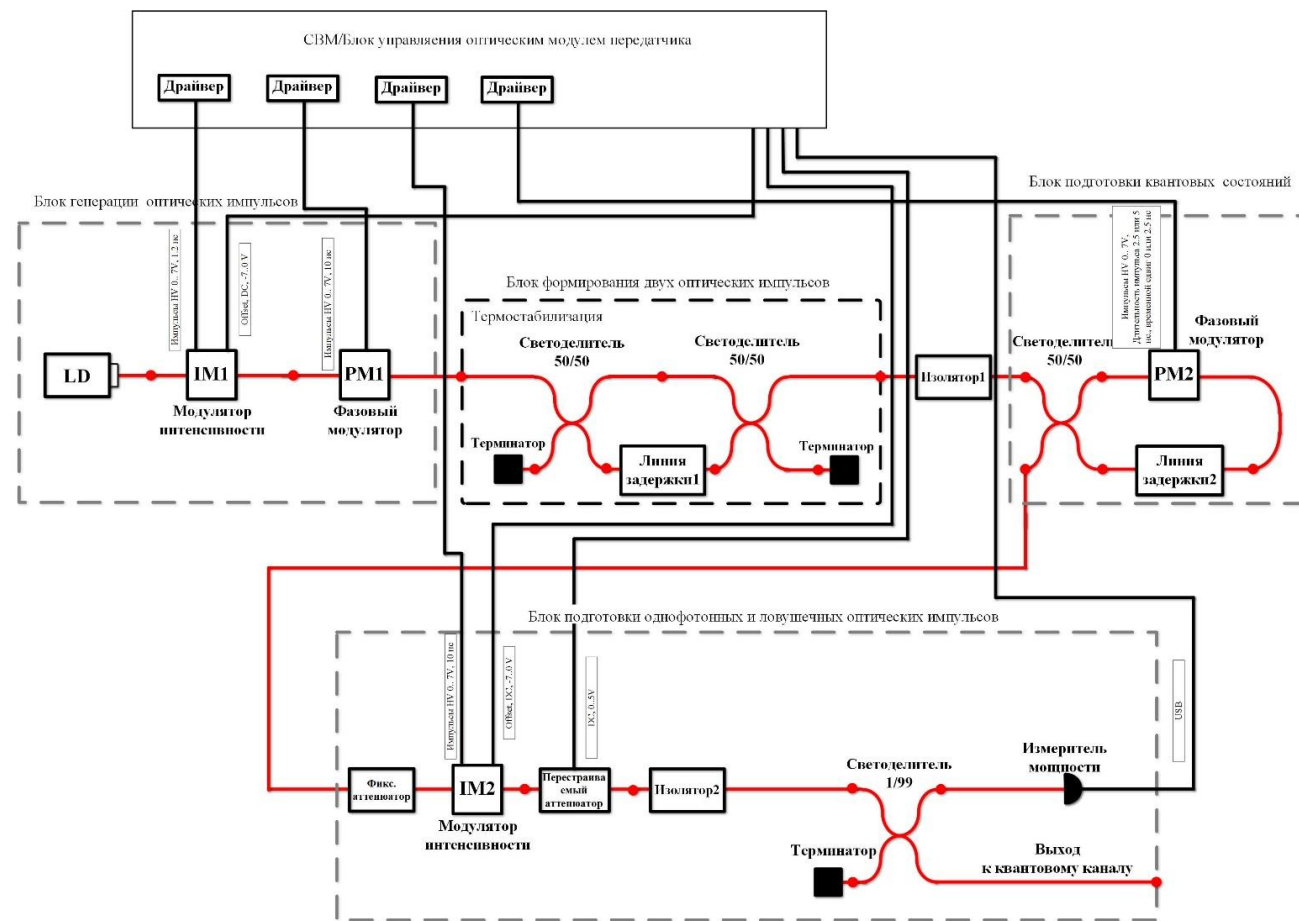


Web GUI

Access and control from any device, any web browser

Опыт разработки платформы

Система для квантового распределения ключей (КРК)



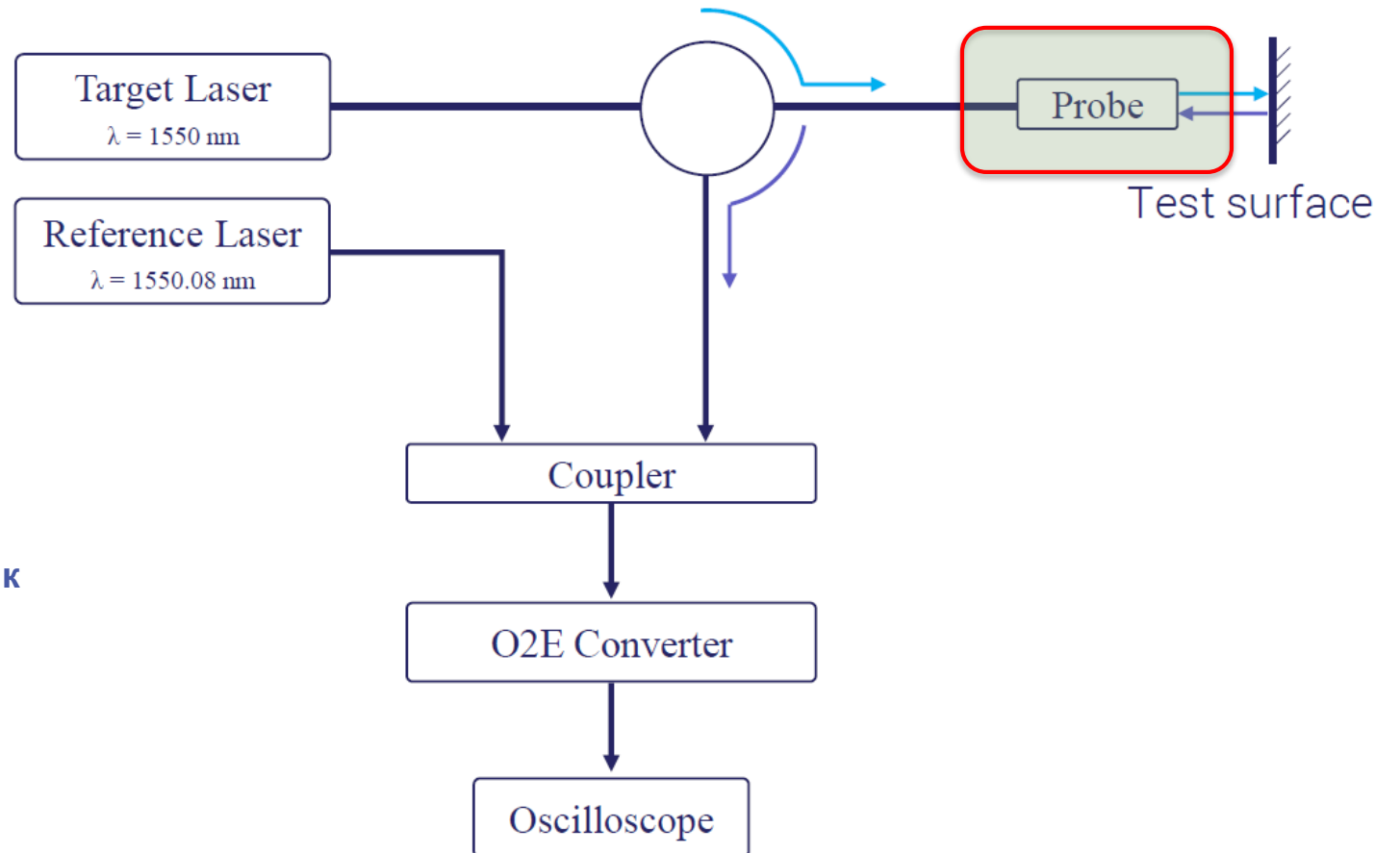
*помимо платформы для когерентного сложения и лазерных комплексов

Перспективы использования в системах PDV

Рассмотрим элементы PDV по позициям

Все PDV системы имеют в своём составе:

- ✓ Оптический зонд / коллиматор
- ✓ Лазерный источник (источники)
- ✓ Пассивные волоконные компоненты
- ✓ Оптоэлектронный преобразователь
- ✓ Осциллограф реального времени / оцифровщик



Перспективы использования

Оптический зонд



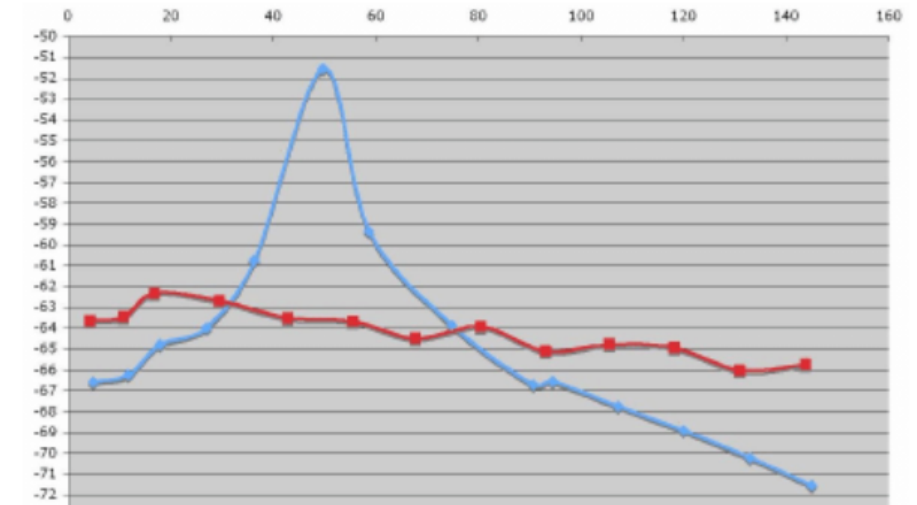
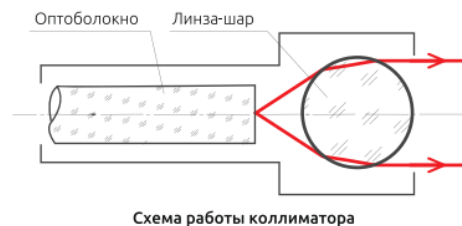
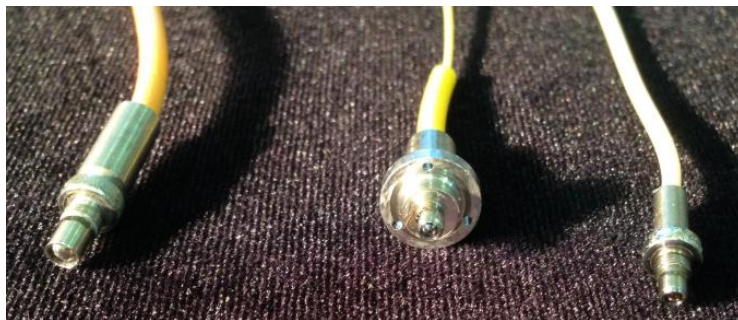
nordlase.ru

Основные типы используемых устройств:

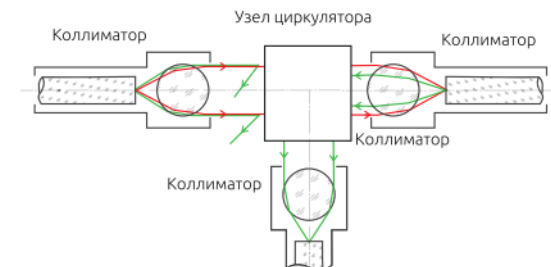
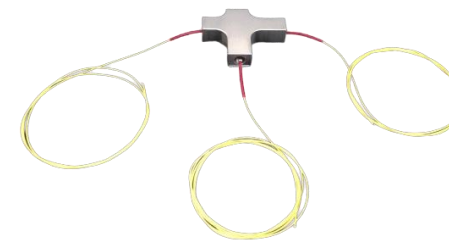
- ✓ Полированный конец волокна или FC/APC коннектор
- ✓ Коллимирующий зонд
- ✓ Фокусирующий зонд

Имеющиеся наработки:

- ✓ Выпуск ТУ на китайские изделия
- ✓ Собственные изделия на базе микрооптики



Эффективность отраженного сигнала при коллимирующем (красный) и фокусирующем (синий) устройстве

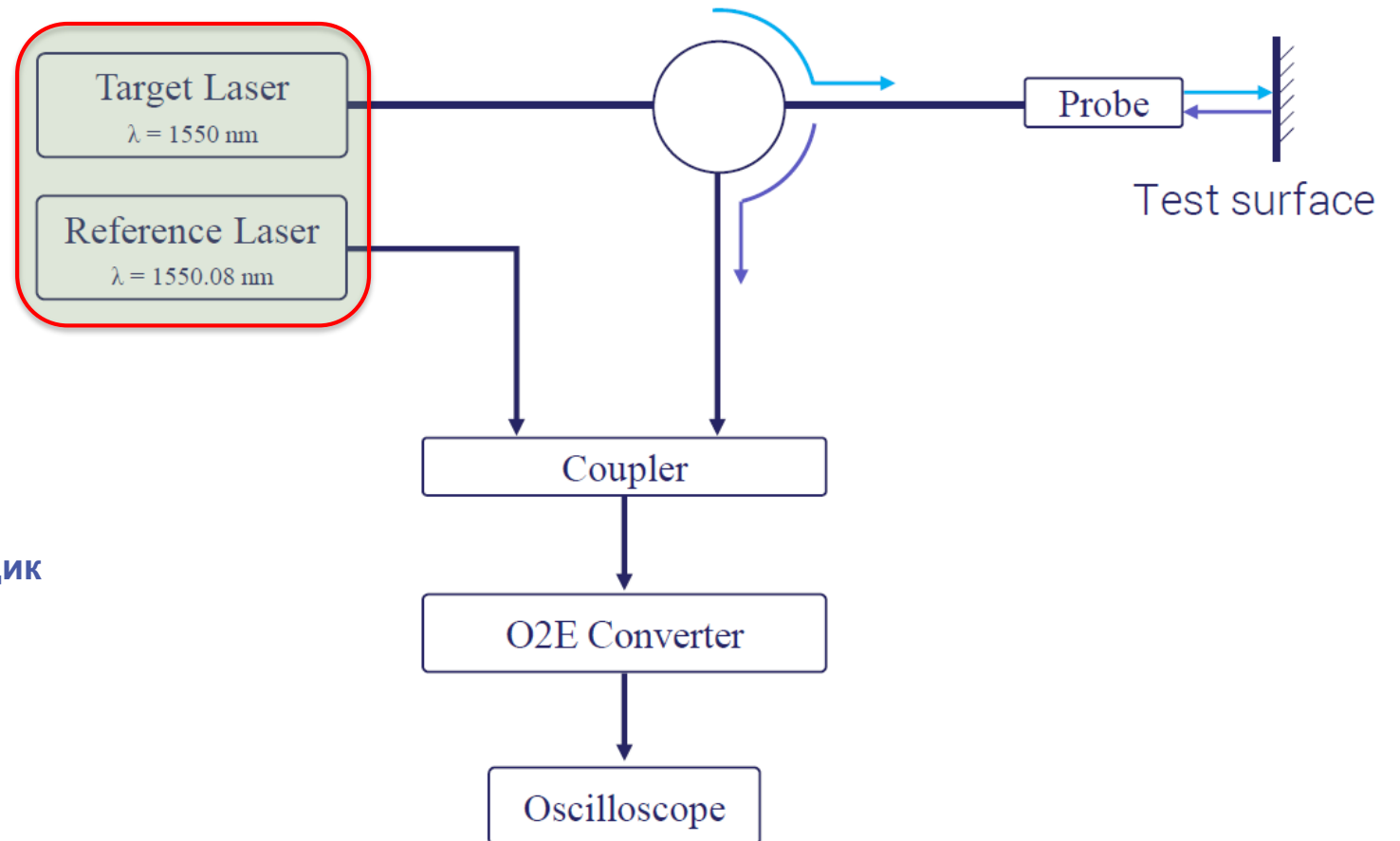


Перспективы использования в системах PDV

Лазерные источники

Все PDV системы имеют в своём составе:

- ✓ Оптический зонд / коллиматор
- ✓ Лазерный источник (источники)
- ✓ Пассивные волоконные компоненты
- ✓ Оптоэлектронный преобразователь
- ✓ Осциллограф реального времени / оцифровщик

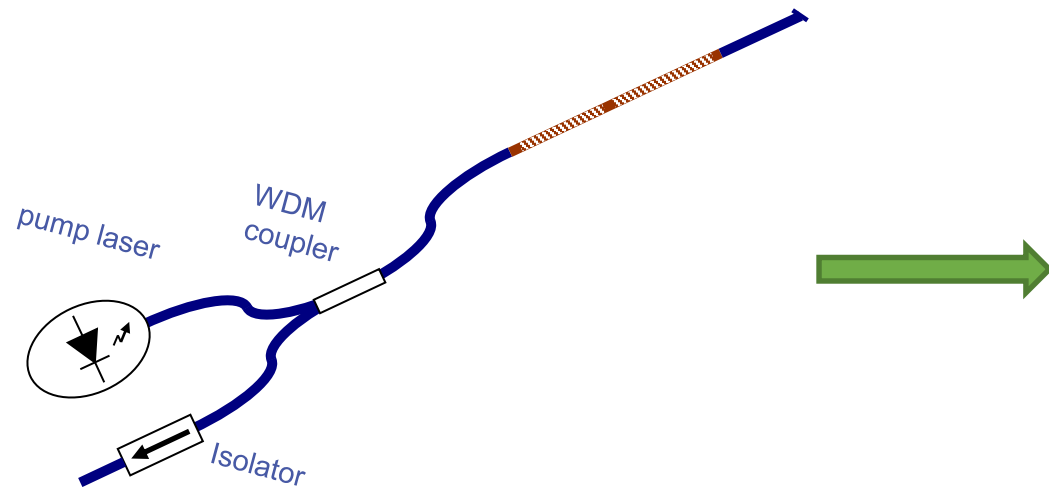




45

Походы к созданию лазерного источника

Волоконный POC (DFB) лазер



✓ Продукт в стадии разработки



Возможна интеграция в модули, но формат PXI под вопросом

Походы к созданию лазерного источника

Полупроводниковый iTLA лазер

- ❖ Зарубежное решение
- ✓ Но под него разработана плата управления



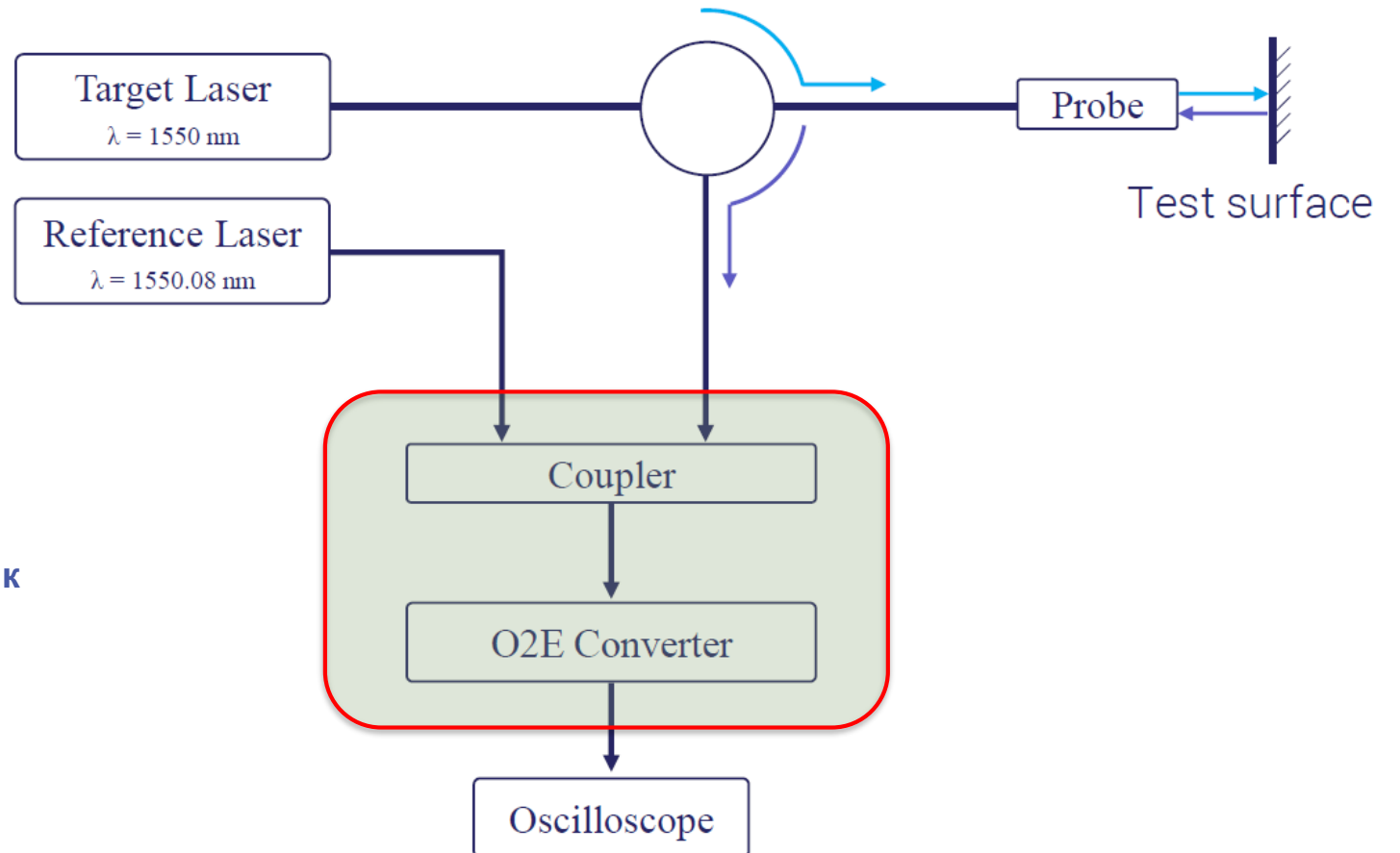
До 4 лазеров в одном PXI модуле

Перспективы использования в системах PDV

Пассивные и динамически пассивные элементы

Все PDV системы имеют в своём составе:

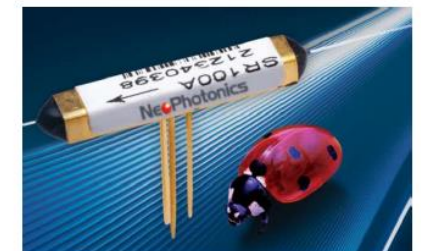
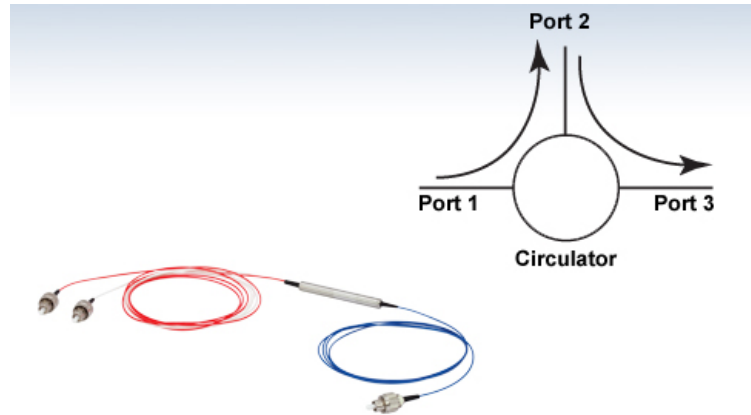
- ✓ Оптический зонд / коллиматор
- ✓ Лазерный источник (источники)
- ✓ Пассивные волоконные компоненты
- ✓ Оптоэлектронный преобразователь
- ✓ Осциллограф реального времени / оцифровщик



Пассивные компоненты в системах

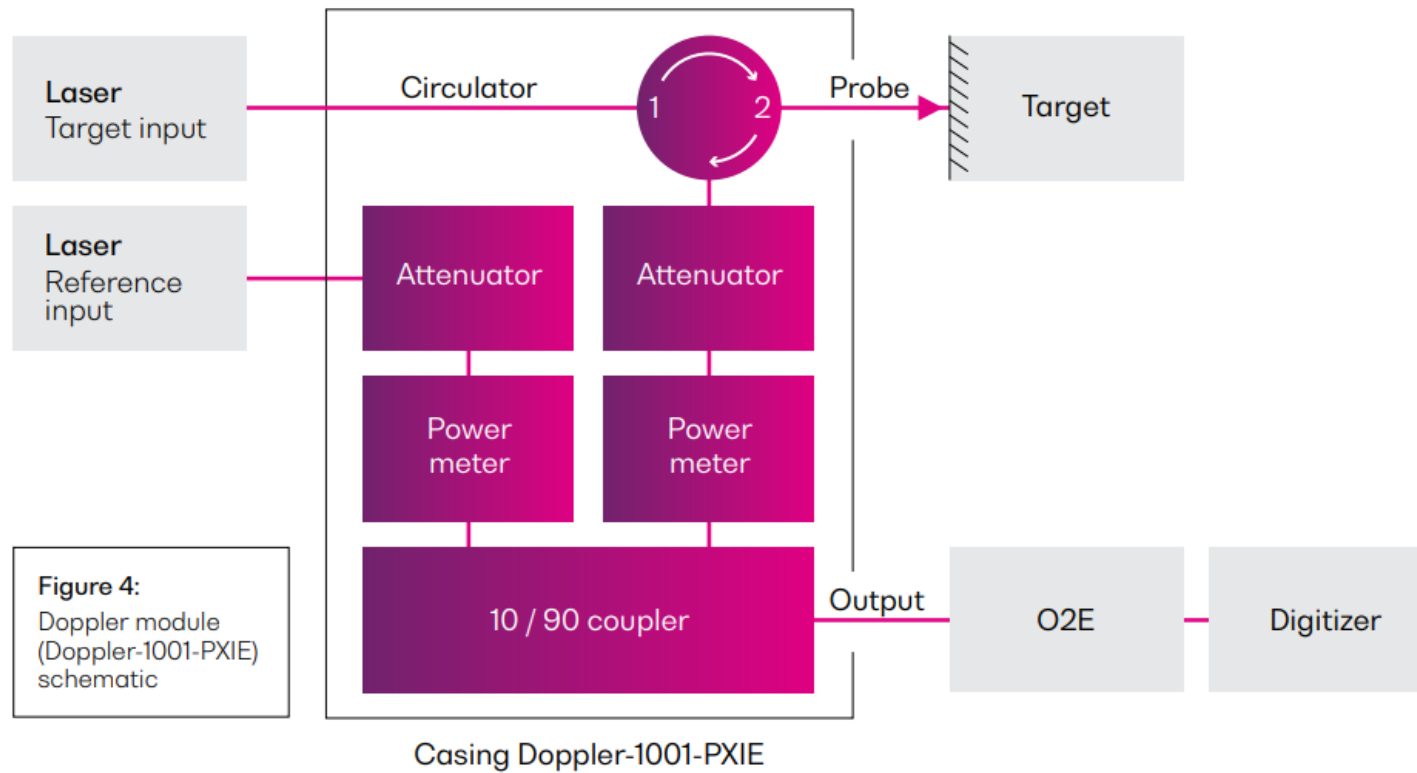
Используемые комплектующие

- ✓ Циркуляторы
- ✓ Делители
- ✓ Аттенюаторы
- ✓ Устройства мониторинга мощности
- ✓ Линии задержки
- ✓ Переключатели

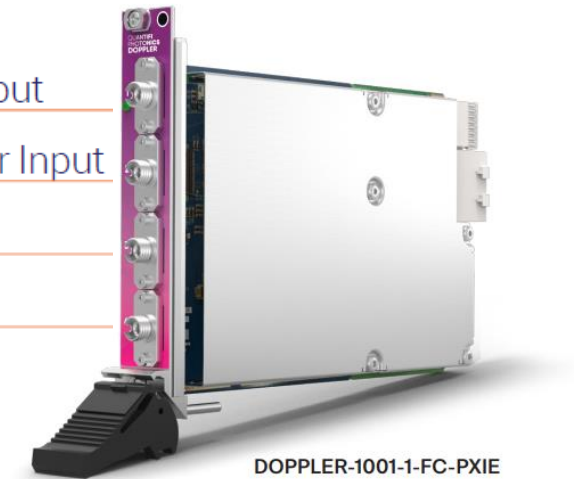


Пассивные компоненты в системах

Единый PDV модуль

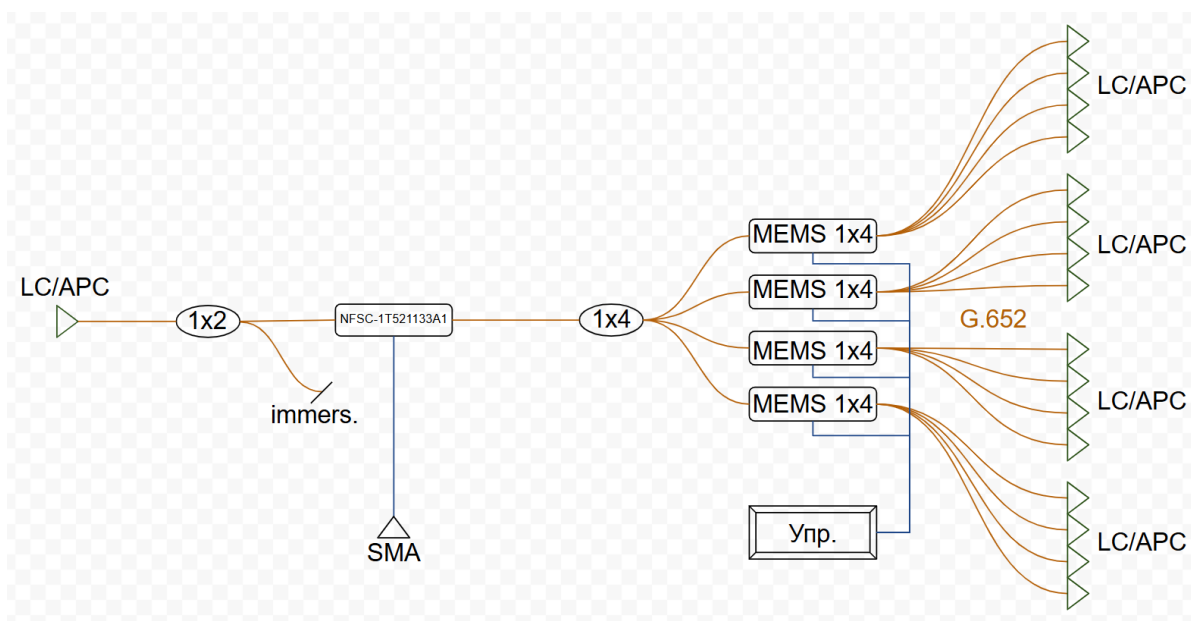


Target Laser Input
Reference Laser Input
Probe In/Out
Signal Out



Коммутатор волоконно-оптический

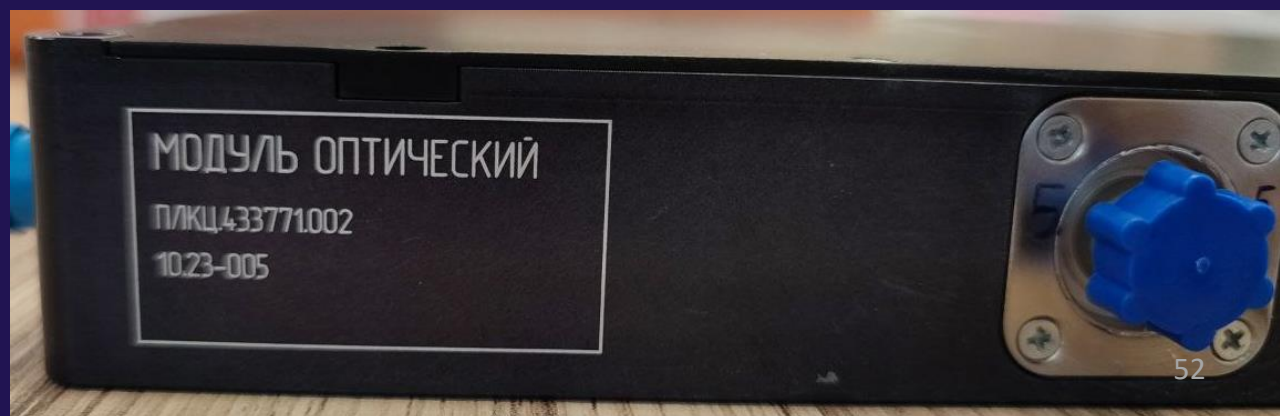
Проработка кастомизированного решения для коммутации сигналов



Реализованные проекты

Коммутатор 8-канальный с полным резервированием каналов

nordlase.ru

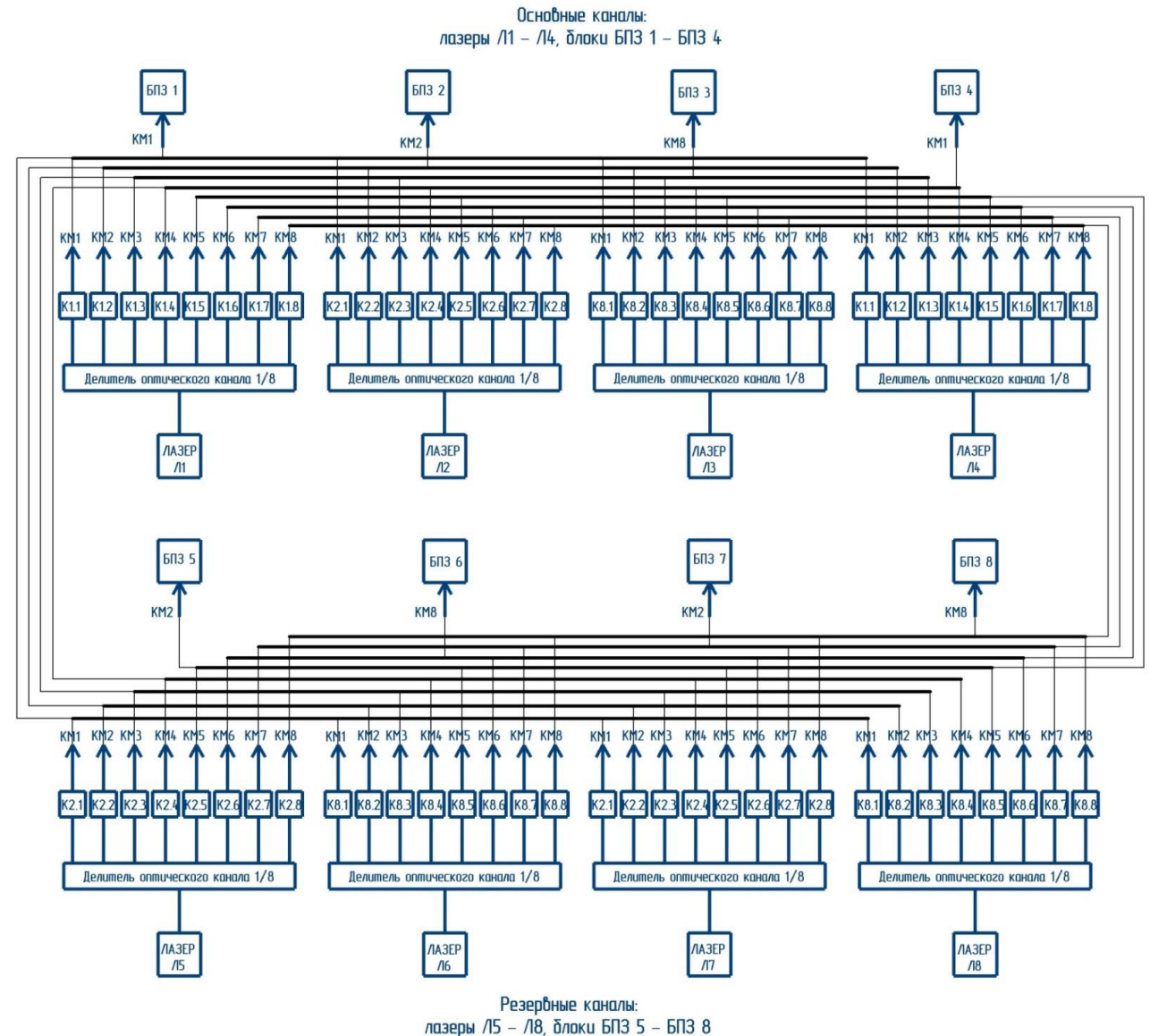


Коммутация «все со всеми»

Схема построена на принципе деления модулированного лазерного излучения на 8 каналов.

Каналы перекрываются ключами. Управляя ключами можно направить сигнал от любого лазера в любой приемник.

Для реализации такой схемы понадобится технология сведения 8 оптических волокон в один коллиматорный разъем.



EDFA

Усилитель для PDV систем



Оптоэлектронный преобразователь (O2E)

В большинстве случаев достаточно полосы 20 – 25 ГГц

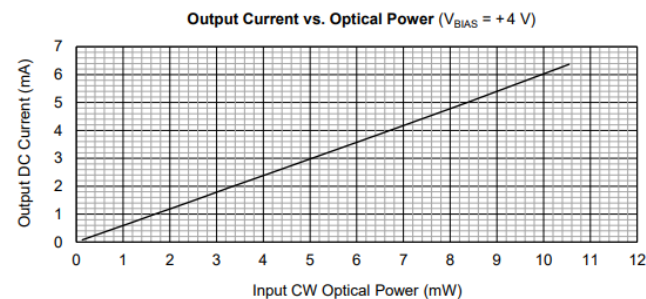


O2E-1001-2-FC-PXIE

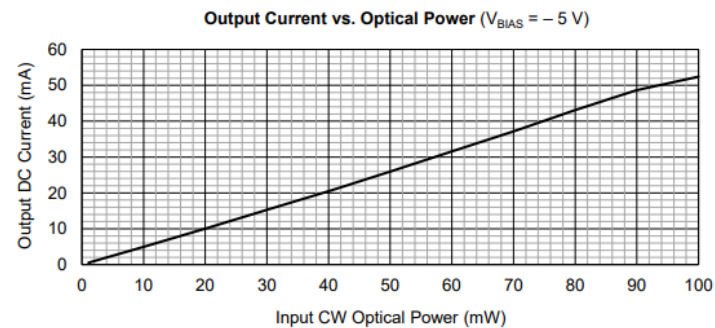
Оптоэлектронный преобразователь (O2E)

Оптоэлектронный преобразователь 20 ГГц и 40 ГГц

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optical Wavelength Range	λ		1260		1620	nm
DC Responsivity	R	$\lambda = 1310$ nm	0.60	0.65		A/W
		$\lambda = 1550$ nm	0.55	0.60		
Polarization Dependent Loss	PDL	$\lambda = 1310$ nm		TBD	TBD	dB
		$\lambda = 1550$ nm		TBD	TBD	
Optical Return Loss	ORL	$\lambda = 1310$ nm	33	40		dB
		$\lambda = 1550$ nm	33	40		
3 dB Cut-Off Frequency	f_{3DB}	$\lambda = 1550$ nm $P_{OPT} = 0$ dBm	38	41		GHz
Low Frequency Cut-Off	f_{LFCO}			0		Hz
Output Reflection Coefficient	$ S_{22} $	f = DC to 25 GHz			-20	dB
		f = 25 to 35 GHz			-15	
		f = 35 to 40 GHz			-10	
Dark Current	I_{DARK}			10	50	nA
Optical Saturation Power	P_{SAT}	1 dB DC current compression	+10			dBm
Risetime	T_R			TBD		ps
Group Delay	T_{GD}			TBD		ps
Operating Bias Voltage	V_{BIAS}		+3	+4	+5	V



Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optical Wavelength Range	λ		1260		1620	nm
DC Responsivity	R	$\lambda = 1550$ nm	0.45	0.50		A/W
Polarization Dependent Loss	PDL	$\lambda = 1550$ nm		TBD	TBD	dB
Optical Return Loss	ORL	$\lambda = 1550$ nm	33	40		dB
3 dB Cut-Off Frequency	f_{3DB}	$\lambda = 1550$ nm $P_{OPT} = 0$ dBm	18	20		GHz
Low Frequency Cut-Off	f_{LFCO}			0		Hz
Dark Current	I_{DARK}				0.5	μ A
Risetime	T_R			TBD		ps
Group Delay	T_{GD}			TBD		ps
Operating Bias Voltage	V_{BIAS}		-5		-8	V

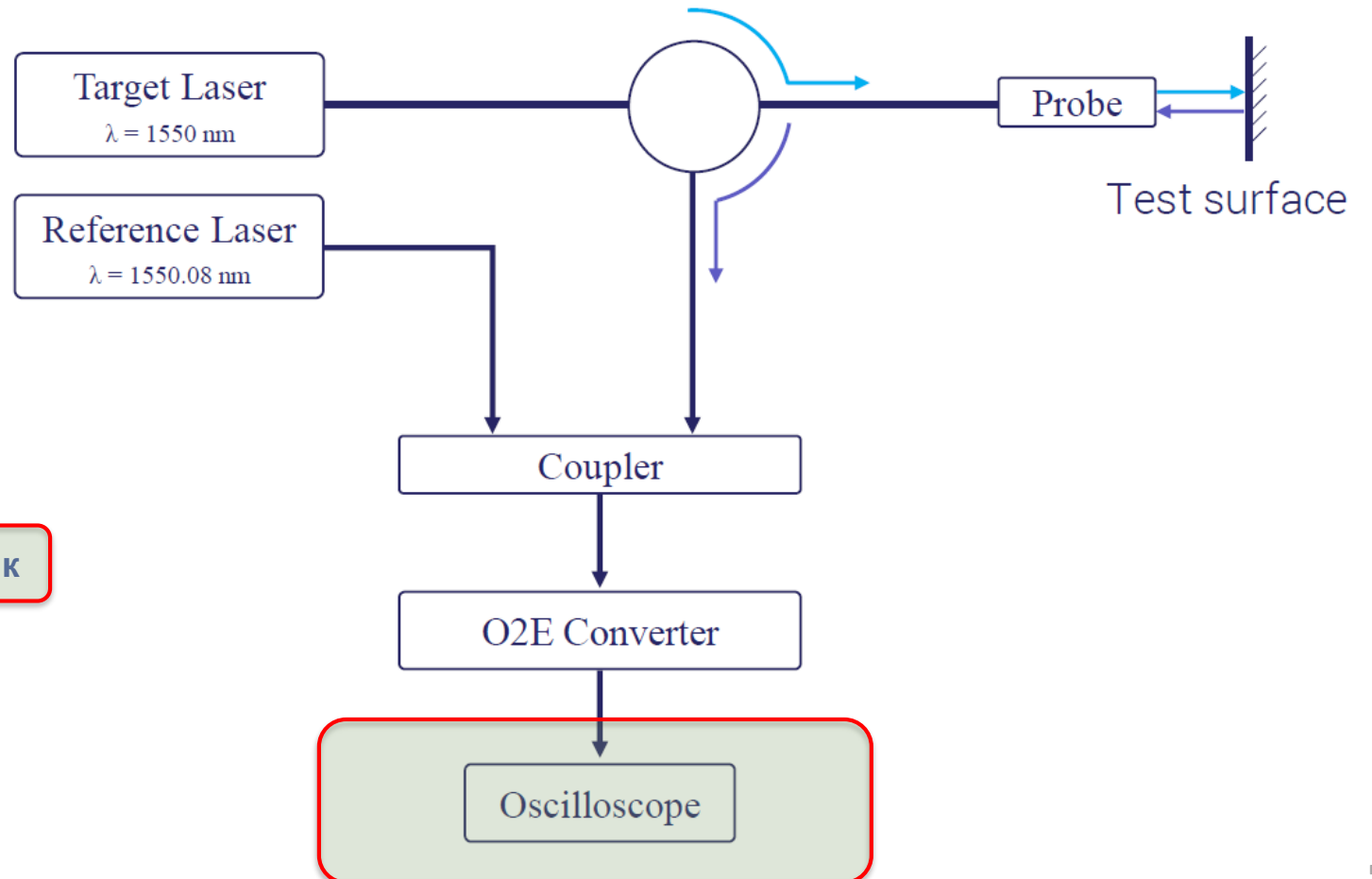


Перспективы использования в системах PDV

Оцифровка сигналов занимает львиную долю стоимости системы

Все PDV системы имеют в своём составе:

- ✓ Оптический зонд / коллиматор
- ✓ Лазерный источник (источники)
- ✓ Пассивные волоконные компоненты
- ✓ Оптоэлектронный преобразователь
- ✓ Осциллограф реального времени / оцифровщик



Перспективы использования в системах PDV

Оцифровка сигналов занимает львиную долю стоимости системы



Разработка оцифровщика специально для PDV

- Оцифровка «пакетами» по внешнему сигналу запуска
- 40 – 64 Gs/s на канал, 10-bit, 24 ГГц полоса
- ❖ К сожалению, развития не получила

На данный момент доступны PXI модули с полосой только до 1 ГГц

 **KEYSIGHT**
TECHNOLOGIES

Tektronix



Вместо этого был выпущен компактный цифровой осциллограф

Перспективы использования в системах PDV

Заключение

Идея – предложение:

Создание универсальной платформы и модулей для разработки и создания систем для PDV и других применений

Задача – не дублирование деятельности команд, производящих специализированные комплексы, а создание гибкой и универсальной платформы для решения широкого спектра вспомогательных задач

Сложности:

Широкий спектр номенклатуры

Необходимость инвестиций в разработку



Приглашаем к сотрудничеству

info@nordlase.ru

nordlase.ru

+7 (800) 200-65-60