

*Превосходство в сверхбыстрых решениях*

# Сверхбыстрые лазеры

для промышленных и  
научных применений

2018



LIGHT  
CONVERSION

# Сверхбыстрые лазеры

для промышленных и  
научных применений

Каталог оборудования 2018



## Что мы делаем?

Мы являемся мировым лидером в производстве сверхбыстрых перестраиваемых источников света, основанных на оптических параметрических усилителях (OPA) серии TOPAS и ORPHEUS, а также твердотельных фемтосекундных лазерах с диодной накачкой (DPSS) серии PHAROS и CARBIDE. Система PHAROS, являющаяся самой универсальной лазерной системой, представленной на рынке, и ультракомпактный и экономически эффективный лазер CARBIDE имеют лучшие выходные характеристики наряду с надежной конструкцией, что привлекает большое количество пользователей, как из промышленных областей, так и из научных сфер деятельности. Надежность лазерной системы PHAROS была доказана большинством систем, работающих на линиях производства 7 дней в неделю 24 часа в сутки. Основным применением данной системы является сверление и резка различных металлов, керамики, сапфира, стекла, абляция материалов для масс-спектрометрии и т.п. Среди наших заказчиков присутствуют ведущие производители дисплеев, LED диодов, медицинских приборов и пр.

Также у нас представлен широкий ряд лазерных усилителей и других систем: генераторы гармоник (выдают импульсы фемтосекундной длительности на длинах волн 515 нм, 343 нм, 257 нм и 206 нм), OPA (обеспечивают непрерывную перестройку в диапазоне от 190 нм до 20 мкм), спектрометры HARPIA и CHIMERA, автокорреляторы TIPA и GECO. Все наши продукты могут быть модифицированы и точно подстроены под необходимые задачи.

## Кто мы такие?

Компания Light Conversion (UAB MGF "Šviesos konversija") – это частная компания со штабом из более 170 сотрудников. Мы располагаемся в Вильнюсе, Литва. Разработка, исследование и производство осуществляются на нашем новом современном заводе, построенном в 2014 году. Мы являемся самым крупным производителем фемтосекундных OPA и неколлинеарных OPA (NOPA). Мы также предоставляем нашу продукцию в качестве устройств для OEM пользователей, производящих другое лазерное оборудование.

С более чем 3000 системами, установленными по всему миру, компания Light Conversion зарекомендовала себя как надежного и прогрессивного производителя сверхбыстрых оптических приборов и устройств.

# Содержание

## Сверхбыстрые лазеры

	<b>ЛАЗЕРЫ</b>	<b>4</b>
<b>PHAROS</b>	Высокомощная фемтосекундная лазерная система	4
	Автоматизированный генератор гармоник	7
	Промышленный оптический параметрический усилитель	8
<b>CARBIDE</b>	Фемтосекундный лазер для промышленных и медицинских применений	10
	Автоматизированный генератор гармоник	12
	Примеры применения	14
	<b>ГЕНЕРАТОРЫ</b>	<b>20</b>
<b>FLINT</b>	Сверхбыстрый иттербиевый генератор	20

## Исследовательские приборы

	<b>ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК</b>	<b>22</b>
<b>HIRO</b>	Генератор гармоник	22
<b>SHBC</b>	Компрессор для второй гармоники	24
	<b>ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ</b>	<b>26</b>
<b>ORPHEUS</b>	Коллинеарный оптический параметрический усилитель	26
<b>ORPHEUS-HP</b>	Высокомощный оптический параметрический усилитель	28
<b>ORPHEUS-F</b>	Широкополосный оптический параметрический усилитель	29
<b>ORPHEUS-N</b>	Неколлинеарный оптический параметрический усилитель	30
<b>ORPHEUS-ONE</b>	Коллинеарный оптический параметрический усилитель среднего ИК диапазона	32
<b>ORPHEUS-PS</b>	Узкополосный оптический параметрический усилитель	33
<b>ORPHEUS twins</b>	Два независимых перестраиваемых оптических параметрических усилителя	34
	<b>ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS</b>	<b>35</b>
<b>TOPAS</b>	Оптический параметрический усилитель для титан-сапфировых лазеров	35
<b>NIRUVIS</b>	Смеситель частоты	36
	<b>СПЕКТРОМЕТРЫ</b>	<b>38</b>
<b>new</b> <b>HARPIA</b>	Спектрометр накачки-зондирования	38
<b>CHIMERA</b>	Флуоресцентный ап-конверсионный спектрометр для подсчета фотонов с корреляцией по времени	40
<b>new</b> <b>HERA</b>	Эксклюзивный два-в-одном спектрометр накачки-зондирования/ флуоресцентный ап-конверсионный/для подсчета фотонов с корреляцией по времени (TCSPC)	42
<b>CARPETVIEW</b>	Программное обеспечение для анализа данных	44
	<b>АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ</b>	<b>46</b>
<b>new</b> <b>GECO</b>	Сканирующий автокоррелятор	46
<b>TIPA</b>	Одноточечный автокоррелятор	48

# PHAROS

## Мощная фемтосекундная лазерная система



### ОСОБЕННОСТИ

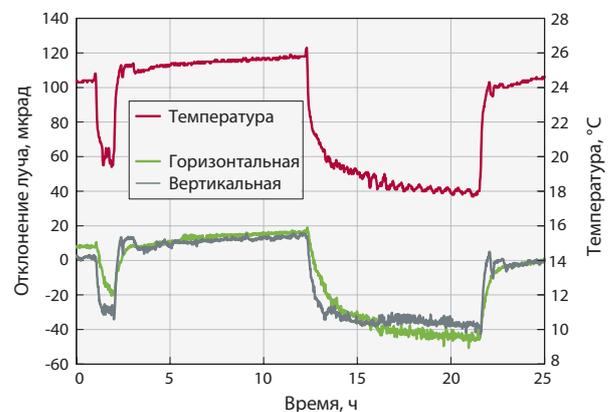
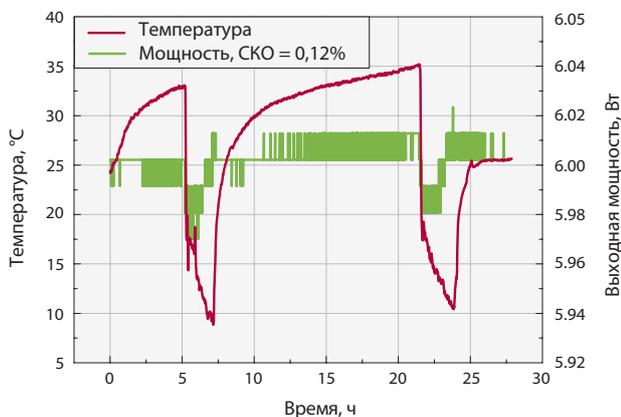
- Перестраиваемая длительность импульса 190 фс – 10 пс
- Энергия импульса до 2 мДж
- Средняя мощность до 20 Вт
- Диапазон изменения частоты следования импульсов 1 кГц – 1 МГц
- Встроенный селектор импульсов для работы в переменном импульсном режиме
- Прочная конструкция для промышленных применений
- Автоматические преобразователи частоты (515 нм, 343 нм, 257 нм, 206 нм)

PHAROS представляет собой интегрированную фемтосекундную лазерную систему, сочетающую в себе импульсы с энергией нескольких миллиджоулей и высокой средней мощностью. Механическая конструкция и оптическая схема PHAROS оптимизированы под промышленное производство, например точную механическую обработку. Обладая самыми компактными размерами среди конкурентов, встроенной системой температурной стабилизации и герметичной конструкцией, PHAROS может встраиваться в промышленные системы обработки материалов. Использование твердотельных лазерных диодов для накачки кристалла Yb (иттербий) значительно снижает затраты на техническое обслуживание и увеличивает срок службы лазерной системы.

Большинство выходных параметров фемтосекундной лазерной системы PHAROS можно регулировать с помощью пульта управления или ПК, за считанные секунды настроив лазер для работы в конкретной области применения. Регулируемость выходных параметров позволяет использовать фемтосекундную систему PHAROS в тех областях, где обычно требуются лазеры

разных классов. Настраиваемые параметры: длительность импульса (190 фс - 10 пс), частота следования импульсов (от единичного импульса до 200 кГц с возможностью увеличения до 1 МГц), энергия импульса (до 2 мДж) и средняя мощность (до 20 Вт). Выходной мощности достаточно для обработки на высокой скорости большинства материалов. Прибор комплектуется внешним пультом управления для интеграции системы в промышленные установки для обработки материалов. Компактная и прочная оптомеханическая конструкция фемтосекундной системы PHAROS состоит из легко снимаемых модулей в термостабилизированных и герметизированных корпусах, обеспечивающих стабильное функционирование лазера в меняющихся условиях работы. Фемтосекундная система PHAROS поставляется с расширенным пакетом программ для надежной автоматической работы и интеграции в разные системы обработки материалов.

В PHAROS применяется стандартная методика усиления chirпированного импульса, которая включает в себя модуль осциллятора, регенеративного усилителя и импульсного расширителя/компрессора.



Значение выходной мощности лазерной системы PHAROS с удержанием мощности при нестабильных внешних условиях

**ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ**

Модель	PHAROS-6W	PHAROS-10W	PHAROS-15W	PHAROS-20W	PHAROS SP	PHAROS SP 1.5	PHAROS 2mJ
Средняя мощность	6 Вт	10 Вт	15 Вт	20 Вт	6 Вт		6 Вт
Длительность импульса	< 290 фс				< 190 фс		< 300 фс
Диапазон изменения длительности импульса	290 фс – 10 пс				190 фс – 10 пс		300 фс – 10 пс
Энергия импульса	> 0.2 мДж / > 0.4 мДж				> 1 мДж	> 1.5 мДж	> 2 мДж
Качество пучка	TEM <sub>00</sub> ; M <sup>2</sup> < 1.2			TEM <sub>00</sub> ; M <sup>2</sup> < 1.3			
Частота следования импульсов	1 кГц – 1 МГц <sup>1)</sup>						
Выход импульсов	Единый импульс, «импульс-по-требованию», любое базовое деление по частоте						
Длина волны излучения	1028 ± 5 нм						
Стабильность от импульса к импульсу	СКО < 0.5% на протяжении 24 часов <sup>2)</sup>						
Стабильность мощности	< 0.5% на протяжении 100 часов						
Контраст пред-импульса	< 1 : 1000						
Контраст пост-импульса	< 1 : 200						
Поляризация	Линейная, горизонтальная						
Стабильность наведения луча	< 20 мкрад/°С						
Выход для осциллятора	Опционально (см. характеристики системы FLINT ниже)						

**ГАБАРИТЫ**

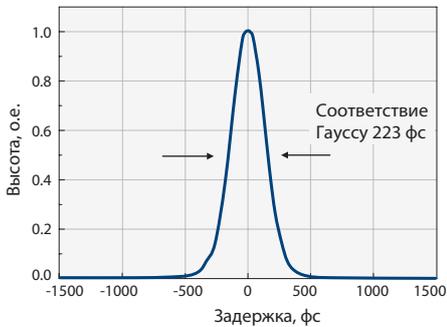
Лазерная головка	670 (Д) × 360 (Ш) × 212 (В) мм
Стойка для источника питания и охлаждения	640 (Д) × 520 (Ш) × 660 (В) мм

**ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНИМ УСЛОВИЯМ**

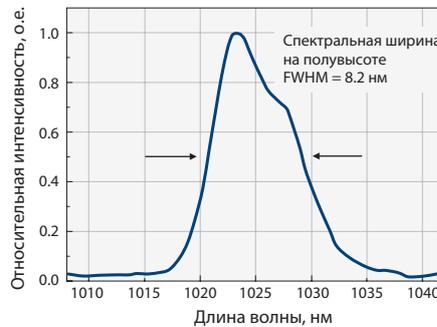
Электропитание	110 В переменного тока, 50-60 Гц, 20 А или 220 В переменного тока, 50-60 Гц, 10 А
Температура в помещении	15-30 °С (рекомендуется кондиционирование воздуха)
Относительная влажность	20-80 % (без конденсата)

<sup>1)</sup> Некоторые отдельные частоты повторения импульсов отклоняются программным обеспечением в виду конструкции системы.

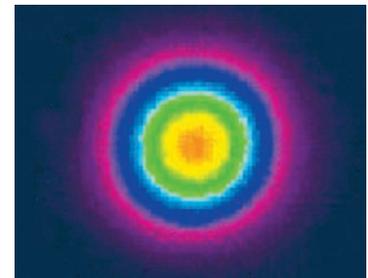
<sup>2)</sup> При нормальных внешних условиях.



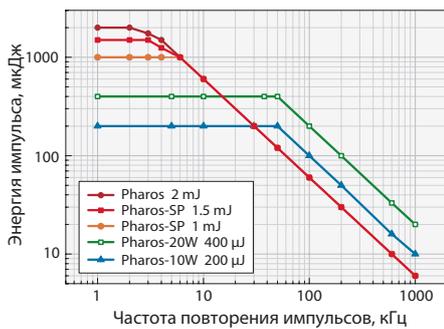
Длительность импульса системы PHAROS



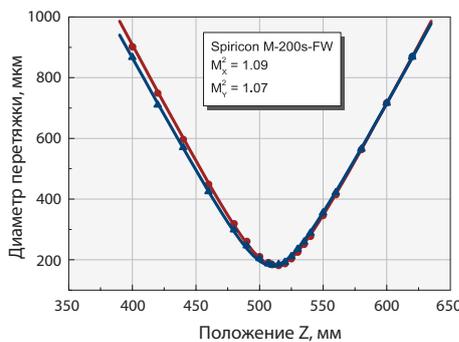
Спектр излучения системы PHAROS



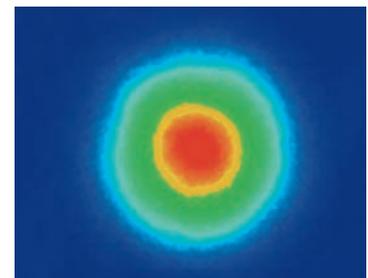
Типичный профиль пучка системы PHAROS в дальнем поле при частоте следования импульса 200 кГц



Энергия импульса в зависимости от частоты повторения импульсов



Типичные данные измеренного M<sup>2</sup> системы PHAROS



Типичный профиль пучка системы PHAROS в ближнем поле при частоте следования импульсов 200 кГц

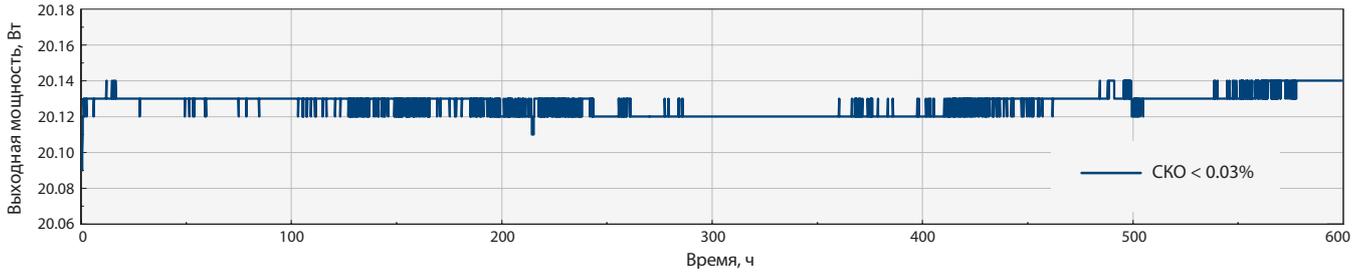
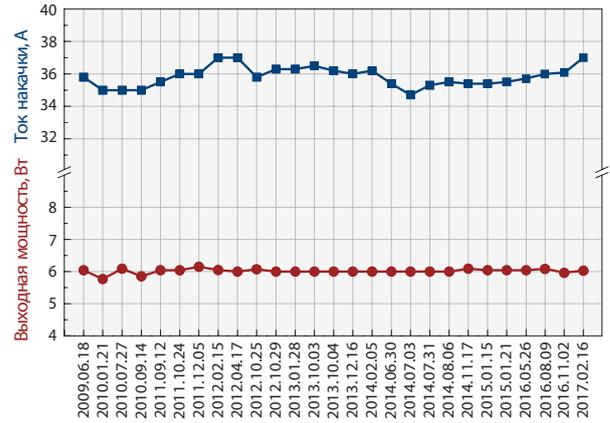
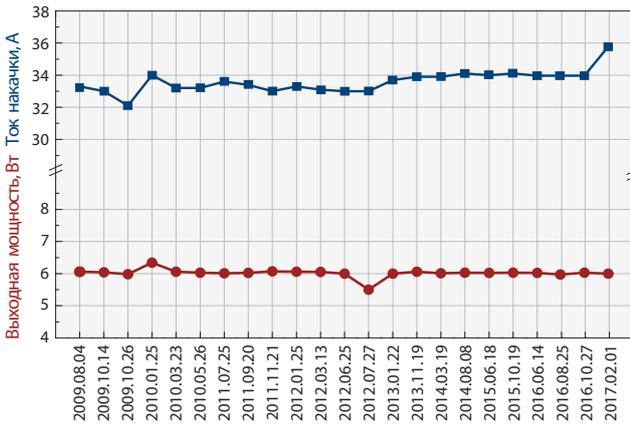
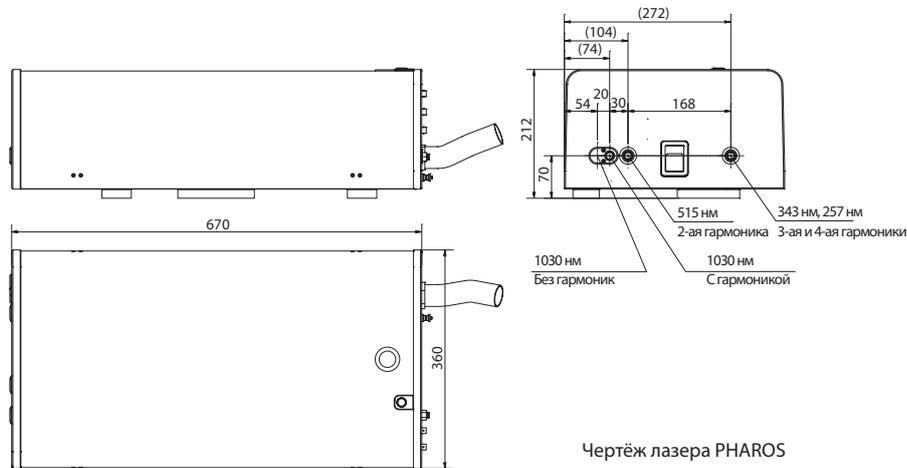


График долговременной стабильности системы PHAROS



Выходная мощность промышленных систем PHAROS, работающих в режиме 24/7 и значение тока накачки на диодах с течением времени



Чертеж лазера PHAROS

# PHAROS

## Автоматизированный генератор гармоник



### ОСОБЕННОСТИ

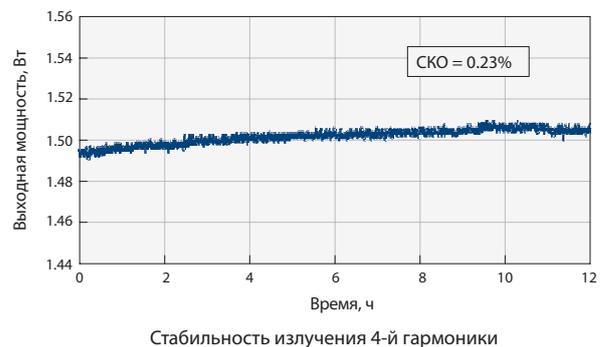
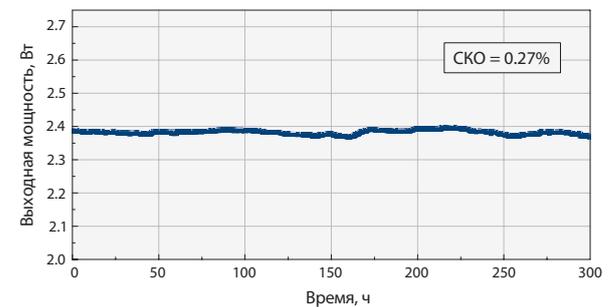
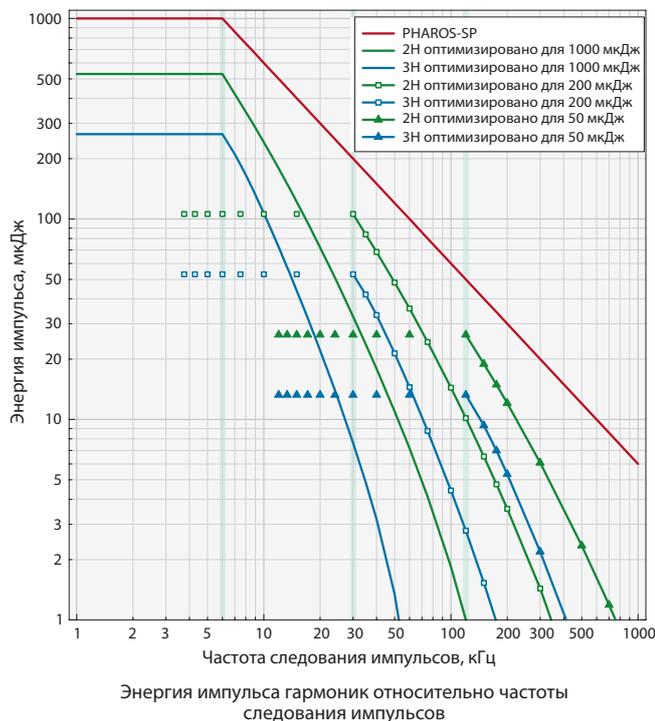
- Гармоники 515 нм, 343 нм, 257 нм, 206 нм
- Выбор выходного излучения с помощью программы
- Крепится непосредственно на лазерную головку внутри корпуса системы
- Прочный дизайн для промышленных применений

Лазерная система PHAROS может быть оснащена автоматизированным генератором гармоник. Выбор длины волны на соответствующей гармонике (1030 нм, 515 нм, 343 нм, 257 нм, 206 нм) осуществляется с помощью программного обеспечения. Данный генератор гармоник используется в тех областях, где необходима одна длина волны. Данный генератор гармоник встраивается непосредственно в саму лазерную систему.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Модель	2Н	2Н-3Н	2Н-4Н	4Н-5Н
Выходная длина волны (автоматический выбор)	1030 нм 515 нм	1030 нм 515 нм 343 нм	1030 нм 515 нм 257 нм	1030 нм 257 нм 206 нм
Входная энергия импульса	20 – 2000 мкДж	50 – 1000 мкДж	20 – 1000 мкДж	200 – 1000 мкДж
Длительность импульса накачки	190 – 300 фс			
Эффективность преобразования	>50 % (2Н)	>50 % (2Н) >25 % (3Н)	>50 % (2Н) >10 % (4Н) *	>10 % (4Н) * >5 % (5Н)
Качество пучка луча накачки	<1.2 / <1.3 в зависимости от модели			
Качество пучка (M <sup>2</sup> ) при энергии накачки ≤ 400 мкДж	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.1	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.1 343 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.2	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.1 257 нм: нет данных	Нет данных
Качество пучка (M <sup>2</sup> ) при энергии накачки > 400 мкДж	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.2	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.2 343 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.3	515 нм: M <sup>2</sup> (накачки) + 0.2 257 нм: нет данных	Нет данных

\* Максимальная выходная мощность 1 Вт.



# PHAROS

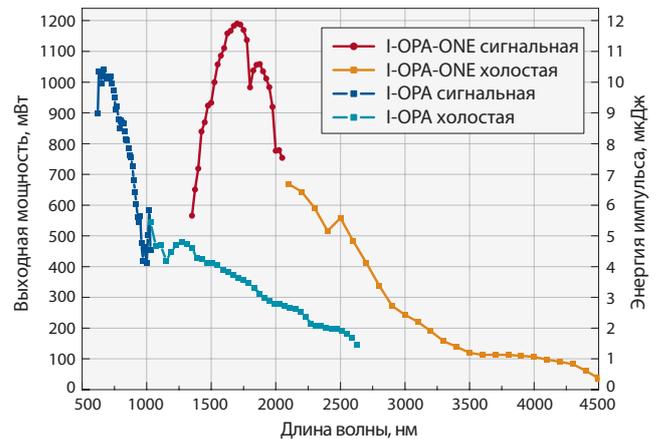
## Промышленный оптический параметрический усилитель



### ОСОБЕННОСТИ

- Основан на проверенных опытом моделях ORPHEUS
- Смена длины волны вручную
- Промышленный дизайн гарантирует долгую и стабильную работу
- Занимает очень мало места
- Доступны конфигурации с короткой длительностью импульса или ограниченной шириной линии
- Опция CEP стабилизации

I-OPA представляет собой оптический параметрический усилитель (OPA) континуума белого света, накачиваемый лазером PHAROS. Данный усилитель предназначен для генерации стабильного излучения без лишних внешних воздействий со стороны оператора. Регулируемый вручную диапазон перестройки расширяет возможности его использования, заменяя одним устройством несколько лазеров. Сравнивая данный усилитель с другими усилителями серии ORPHEUS можно отметить, что ему не достаёт компьютерного контроля по выбору длины волны, а с другой стороны, встроенный в конструкцию самого лазера данный узел механически стабилен и исключает эффекты воздействия турбулентности в атмосфере, обеспечивая стабильную работу и минимизируя флуктуации энергии.



Кривые перестройки усилителя модели I-OPA.  
Параметры накачки: система PHAROS-10W, 100 мкДж, 100 кГц

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МОДЕЛЕЙ I-OPA

Model	I-OPA	I-OPA-F	I-OPA-ONE	I-OPA-CEP
Основа системы	ORPHEUS	ORPHEUS-F	ORPHEUS-ONE	-
Энергия накачки	10 – 500 мкДж	10 – 400 мкДж	20 – 500 мкДж	150 – 500 мкДж
Частота следования импульсов		До 1 МГц		До 100 кГц
Диапазон перестройки (сигнальная)	630 – 1030 нм	650 – 900 нм	1350 – 2060 нм	-
Диапазон перестройки (холостая)	1030 – 2600 нм	1200 – 2500 нм	2060 – 4500 нм	1400 – 2500 нм
Эффективность преобразования (холостая + сигнальная)	>12 %	>10 %	>14 %	>10 %
Стабильность энергии импульса СКО <2% за 1 мин <sup>1)</sup>	650 – 950 нм 1150 – 2000 нм	650 – 850 нм 1350 – 2000 нм	1500 – 3500 нм	1400 – 2000 нм
Ширина линии импульса <sup>2)</sup>	100 – 150 см <sup>-1</sup>	200 – 600 см <sup>-1</sup>	80 – 200 см <sup>-1</sup>	~150 см <sup>-1</sup>
Длительность импульса <sup>3)</sup>	150 – 250 фс	30 – 80 фс	200 – 300 фс	< 200 фс
Сфера применения	Микромашининг Микроскопия Спектроскопия	Нелинейная микроскопия Сверхбыстрая спектроскопия	Микромашининг Генерация среднего ИК	В качестве входного каскада для ОРСПА

<sup>1)</sup> Для длины волны 800 нм СКО составляет менее 1%.

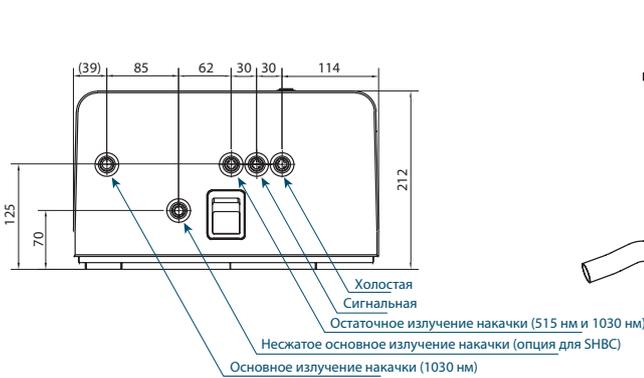
<sup>2)</sup> Импульсы с широкой полосой на выходе i-OPA-F сжимаются внешне.

<sup>3)</sup> Длительность импульса зависит от длины волны и длительности импульса накачки.

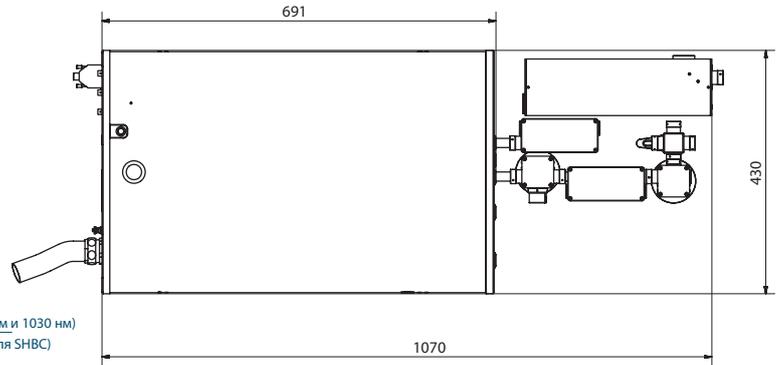
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА С ДРУГИМИ ФЕМТОСЕКУНДНЫМИ И ПИКОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРАМИ**

Лазер	Наше решение	HG или HIRO	I-OPA-F	I-OPA-ONE
		Энергия импульса при 100 кГц (использовался PHAROS-10W)		
Экимерный лазер (193 нм, 213 нм)	5-ая гармоника PHAROS (205 нм)	5 мкДж	-	-
3-я гармоника Ti:Sapphire (266 нм)	4-ая гармоника PHAROS (257 нм)	10 мкДж	-	-
3-я гармоника Nd:YAG (355 нм)	3-я гармоника PHAROS (343 нм)	25 мкДж	-	-
2-ая гармоника Nd:YAG (532 нм)	2-ая гармоника PHAROS (515 нм)	50 мкДж	35 мкДж	-
Ti:Sapphire (800 нм)	Излучение из OPA (750 – 850 нм)	-	10 мкДж	-
Nd:YAG (1064 нм)	Излучение из PHAROS (1030 нм)	100 мкДж		
Cr:Forsterite (1240 нм)	Излучение из OPA (1200 – 1300 нм)	-	5 мкДж	-
Erbium (1560 нм)	Излучение из OPA (1500 – 1600 нм)	-	3 мкДж	15 мкДж
Thulium / Holmium (1.95 – 2.15 мкм)	Излучение из OPA (1900 – 2200 нм)	-	2 мкДж	10 мкДж
Другие системы (2.5 – 4 мкм)	Излучение из OPA	-	-	1 – 5 мкДж

Значение энергий импульса линейно в широком диапазоне параметров усиления. Например, при использовании PHAROS-20W с частотой 50 кГц (энергия 400 мкДж), значение выходной мощности увеличится в два раза, энергии импульса в 4 раза по сравнению с данными, приведенными в таблице. Длительность импульса менее 300 фс во всех случаях. Диапазон перестройки OPA не ограничивается значениями, указанными в таблице.



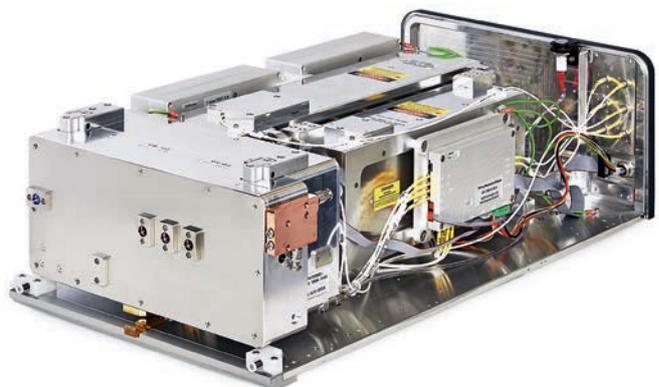
Расположение выходных портов усилителя I-OPA на системе PHAROS



Габаритные размеры системы PHAROS + I-OPA вместе с компрессором



Лазер Pharos со встроенным ОПУ I-OPA



# CARBIDE

## Фемтосекундный лазер для промышленных и медицинских применений



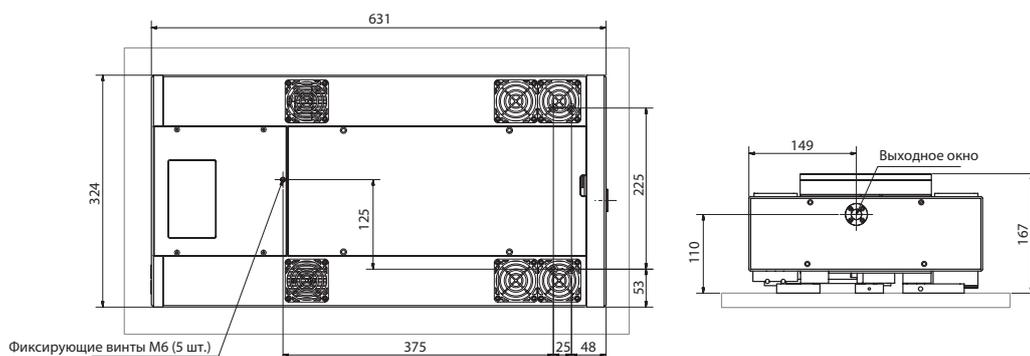
### ОСОБЕННОСТИ

- Регулируемая длительность импульса 290 фс - 10 пс
- Энергия импульса более 100 мкДж
- Выходная мощность более 10 Вт
- Частота следования импульсов 60 - 1000 кГц
- Оснащен селектором импульсов для задания количества выходных импульсов
- Надежная конструкция для промышленных применений
- Воздушное или водяное охлаждение
- Автоматический генератор гармоник (515 нм, 343 нм, 257 нм)

Промышленный фемтосекундный лазер CARBIDE имеет выходную мощность более 10 Вт на длине волны 1028 нм и энергию импульса более 100 мкДж. Данный лазер вобрал в себя лучшее от лазерной системы PHAROS: широкий диапазон изменения частоты следования импульсов от 60 до 1000 кГц со встроенным селектором импульсов, контролируемой длительностью импульсов в диапазоне 290 фс – 10 пс. В добавление к этим особенностям CARBIDE имеет ряд новых технологических особенностей. Одна из них – это увеличенная в несколько раз средняя выходная мощность при питании от обычной розетки. Другой особенностью является то, что осциллятор, компрессор и усилитель встроены в отдельные корпуса. Также он имеет малое время прогрева и легкий доступ при замене элементов накачки. Встроенный селектор сокращает стоимость и потребление энергии. Управляющая электроника и встроенный компьютер обеспечивают более низкий уровень электромагнитных шумов, а также сокращают время сборки всей системы. Другой

немаловажной особенностью данного лазера являются его компактные размеры (631 × 324 × 167 мм), включая встроенные источник питания и систему охлаждения. Данная система в 7 раз меньше системы PHAROS.

CARBIDE имеет ряд дополнительных компонентов для различных применений: сертифицированные затворы, расширители пучка, автоматизированный аттенуатор, генератор гармоник, дополнительный селектор импульсов для увеличения контраста. В основном данный лазер находит свое применение на промышленном рынке, где требуется относительно низкая средняя мощность с ультракороткими импульсами. С другой стороны, данная система также находит применение в биологической области для обработки тканей или производства медицинской аппаратуры. Также, выходные параметры данного лазера подходят для устройств генерации гармоник или накачки оптических параметрических усилителей (см. далее).



Габаритный чертеж системы CARBIDE

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Метод охлаждения	Воздушное охлаждение		Водяное охлаждение	
Максимальная средняя мощность	>5 Вт	>4 Вт	>10 Вт	>8 Вт
Длительность импульса	<290 фс			
Диапазон изменения длительности импульса	290 фс – 10 пс			
Максимальная энергия импульса	>85 мкДж	>65 мкДж	>100 мкДж	>80 мкДж
Частота следования импульсов	60 – 1000 кГц <sup>1)</sup>		100 – 1000 кГц <sup>1)</sup>	
Выбор импульса	Единичный импульс, импульс по требованию, любая частота следования задаваемых импульсов			
Центральная длина волны <sup>2)</sup>	1028±5 нм			
Качество пучка	TEM <sub>00</sub> ; M <sup>2</sup> < 1.2			
Селектор импульсов	включен	включен, улучшенный контраст АОМ <sup>3)</sup>	включен	включен, улучшенный контраст АОМ <sup>3)</sup>
Потери в режиме выбора импульсов	<2 %	<0.1 %	<2 %	<0.1 %
Стабильность выходного излучения	СКО < 0.5% на протяжении 24 часов <sup>4)</sup>			

**ГАБАРИТЫ**

Размеры лазерной головки	631(Д) × 324(Ш) × 167(В) мм	631(Д) × 299(Ш) × 189(В) мм
Источник питания	220(Д) × 95(Ш) × 45(В) мм	

**ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

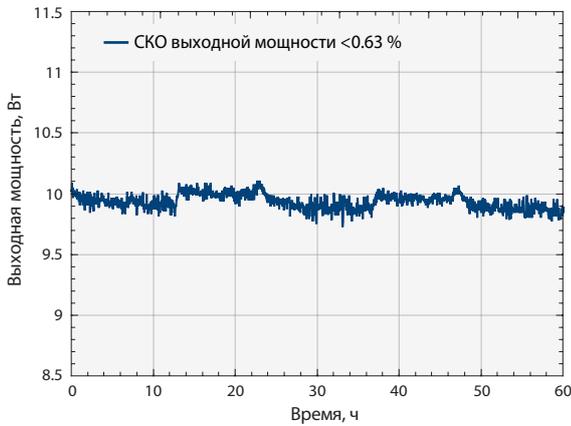
Напряжение питания	110 – 220 В, перем. ток, 50/60 Гц, до 300 Вт
Рабочая температура воздуха	17 – 27 °С
Относительная влажность	< 65% (не конденсированный)

<sup>1)</sup> Более низкие частоты следования доступны за счет контроля через селектор импульсов.

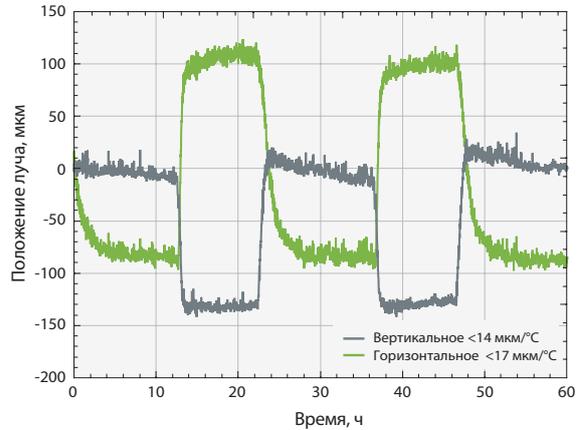
<sup>2)</sup> Выходы для второй (515 нм) и третьей (343 нм) гармоник также доступны.

<sup>3)</sup> Обеспечивает быстрый контроль амплитуды выходной пачки импульсов.

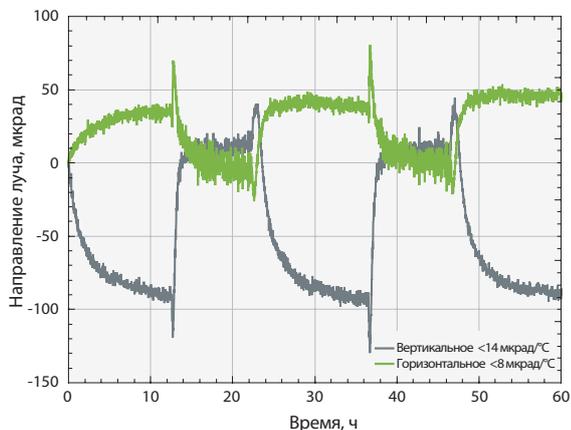
<sup>4)</sup> При стабильных внешних условиях.



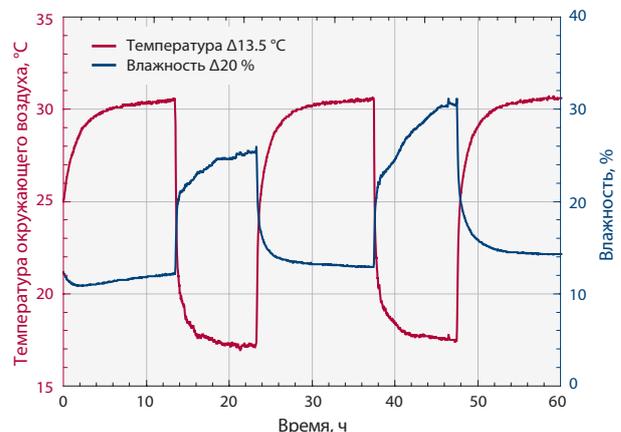
Выходная мощность при жестких внешних условиях



Положение луча при жестких внешних условиях



Направление луча при жестких внешних условиях



Жесткие внешние условия

# CARBIDE

## Автоматизированный генератор гармоник



Лазер CARBIDE с воздушным охлаждением с генератором гармоник



Лазер CARBIDE с водяным охлаждением с генератором гармоник

### ОСОБЕННОСТИ

- Гармоники 515 нм, 343 нм, 257 нм
- Выбор длины волны с помощью программы
- Крепится непосредственно на лазерную головку
- Прочный дизайн для промышленных применений

Лазер CARBIDE может быть оснащен автоматизированным генератором гармоник. Выбор основной (1030 нм), второй (515 нм), третьей (343 нм) или четвертой (257 нм) гармоники осуществляется с помощью управляющего программного обеспечения.

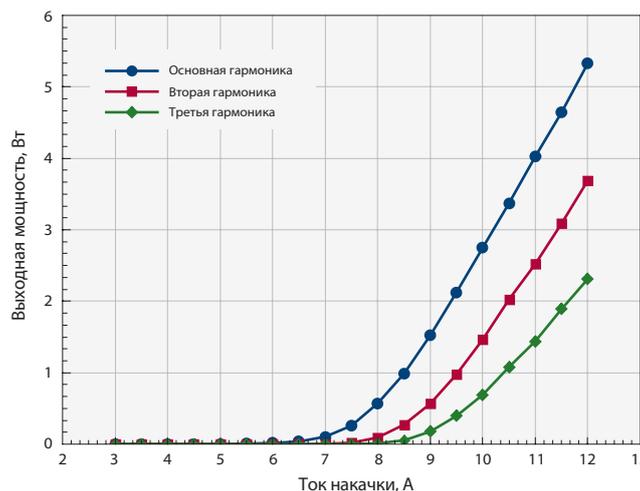
Генератор гармоник разработан для использования в промышленных отраслях, где требуется использование одной определенной длины волны. Данный модуль крепится непосредственно на лазерную головку после выходного окна и образует единую конструкцию.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

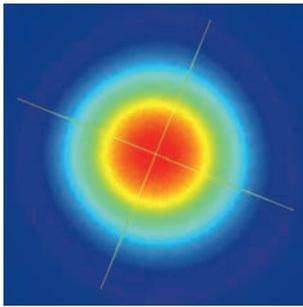
Модель	СНМ02-1Н-2Н	СНМ01-1Н-2Н-3Н	СНМ01-1Н-4Н
Выходная длина волны (автоматический выбор)	1030 нм 515 нм	1030 нм 515 нм 343 нм	1030 нм 257 нм
Входная энергия импульса	20 – 85 мкДж		
Длительность импульса накачки	>300 фс		
Эффективность преобразования	> 60 % (2Н)	> 60 % (2Н) > 30 % (3Н)	>15% (4Н)
Качество пучка (M <sup>2</sup> )	< 1.3 (2Н)	< 1.3 (2Н) < 1.4 (3Н)	<1.4 (4Н)

### ГАБАРИТЫ

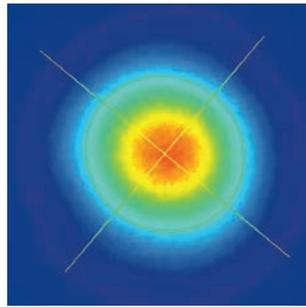
Лазерная головка + модуль гармоник (Д × Ш × В)	751 × 324 × 167 мм
--	--------------------



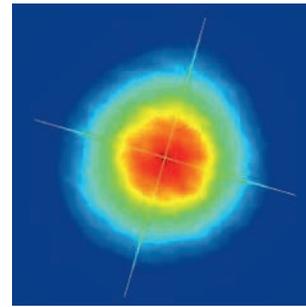
Значение выходной энергии в зависимости от тока накачки



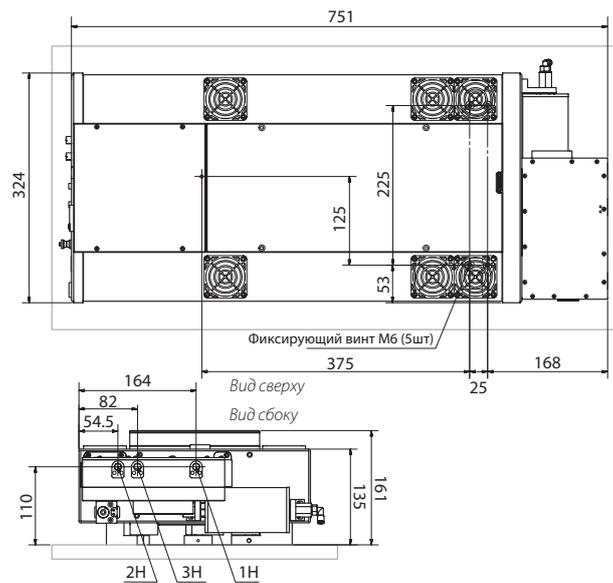
Типичный профиль пучка лазера  
CARBIDE: 1030 нм, 60 кГц, 5 Вт



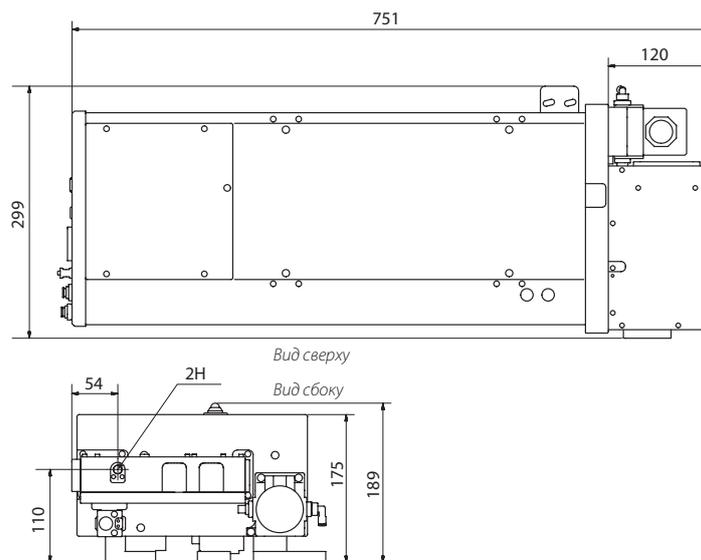
Типичный профиль пучка лазера  
CARBIDE: 515 нм, 100 кГц, 3.4 Вт



Типичный профиль пучка лазера  
CARBIDE: 343 нм, 100 кГц, 2.15 Вт



Габаритные размеры лазера CARBIDE с воздушным охлаждением с генератором гармоник



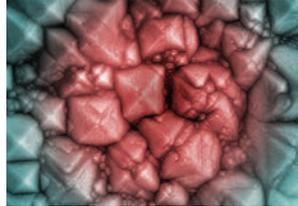
Габаритные размеры лазера CARBIDE с водяным охлаждением с генератором гармоник

# ПРИМЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

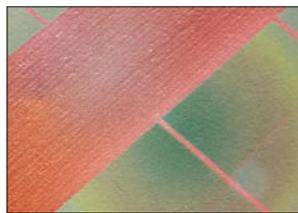
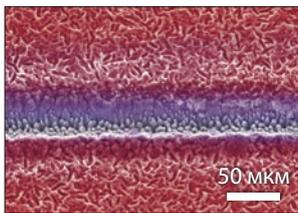
## ПРОИЗВОДСТВО СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Применение:

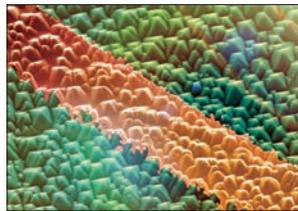
- Производство солнечных элементов с передним контактом (барьером)
- Производство солнечных элементов с задним контактом (барьером)



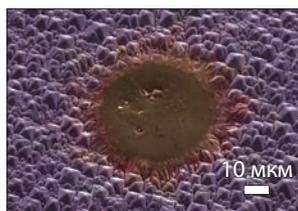
## ИЗОЛЯЦИЯ ШВА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА



## ВЫБОРОЧНОЕ СНЯТИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЛОЕВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

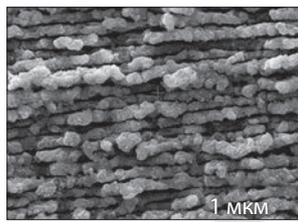


## ЛАЗЕРНАЯ МАРКИРОВКА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



## НАНОШЕРОХОВАТОСТЬ

- Шероховатость до 200 нм формируется с использованием ультракоротких лазерных импульсов
- Размер каждой шероховатости: 10-50 нм
- Контролируемый период, рабочий цикл и соотношение геометрических размеров неровностей

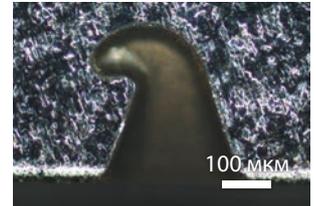


Применение:

- Выявление материалов повышенной чувствительности с помощью поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии (SERS)
- Биочувствительные материалы, контроль загрязнения воды, обнаружение взрывчатых веществ и др.

## МИКРООБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

- Трёхмерная структура на поверхности металла
- Высокая точность и гладкость поверхности



## МАРКИРОВКА КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ

- Маркировка в теле контактной линзы с сохранением поверхностных слоёв и оптического преломления
- Точное позиционирование маркировок - трехмерный текстовый формат

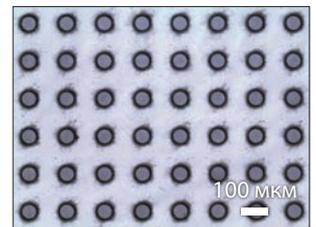


Применение:

- Защита продукции от подделки
- Разработка новой продукции

## СВЕРЛЕНИЕ ТОНКИХ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

- Контроль угла конуса
- Низкое тепловое воздействие
- Отсутствие сколов вокруг получаемых отверстий

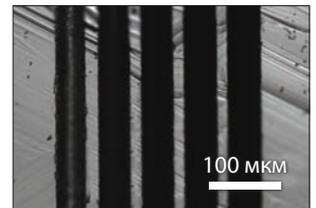


Применение:

- VIAs

## РЕЗКА АЛМАЗОВ

- Низкая карбонизация
- Безопасно
- Минимальный расход материала

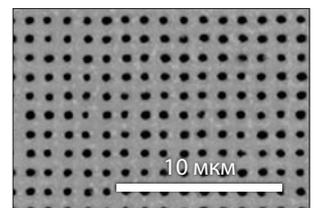


Применение:

- Алмазная резка
- Нанесение рисунков и текстур на алмазы
- Придача формы аналогично стружкорезу

## ВЫПОЛНЕНИЕ МИКРООТВЕРСТИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОЛЬГЕ

- Отсутствует плавка металла
- Диаметр отверстий микронного размера

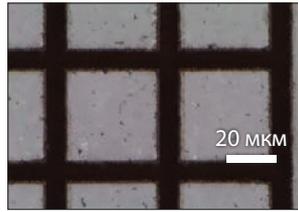


Применение:

- Фильтры
- Рабочие поверхности

### ГРАВИРОВАНИЕ ФЕРРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

- Отсутствует или минимальная плавка металла
- Простое удаление продуктов обработки
- Высокое качество структуры



#### Применение:

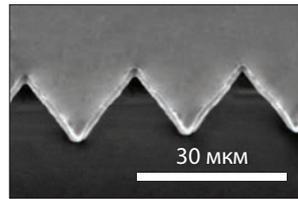
- Инфракрасные датчики камер
- Платы памяти

### ГРАВИРОВАНИЕ СИЛИКОНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ЛАЗЕРОМ

- Безопасно
- Отсутствует плавка

#### Применение:

- Производство солнечных элементов
- Производство полупроводников

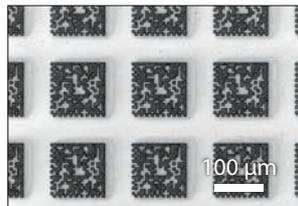


### НАНЕСЕНИЕ МАТРИЧНЫХ КОДОВ

- Данные наносятся на стеклянные поверхности
- Черезвычайно малые размеры: до 5 мкм

#### Применение:

- Маркировка продукции



### ПРОИЗВОДСТВО ГОЛОГРАММ

- Пример: голограмма в изделии из стекла



### МАСКИРОВАНИЕ ТРАФАРЕТА ДЛЯ РАСЩЕПЛЕТЕЛЯ ПУЧКА

- Боросиликатное стекло
- Толщина 150 мкм
- 900 отверстий в маске
- Диаметр отверстий 25,4 мкм

#### Применение:

- Селективное покрытие

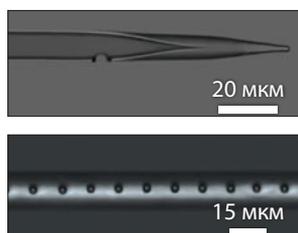


### СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В СТЕКЛЯННОМ ЦИЛИНДРЕ

- Контроль глубины сверления
- Диаметр отверстий составляет несколько микрон

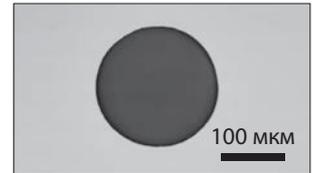
#### Применение:

- Медицина
- Оборудование для биопсии тканей

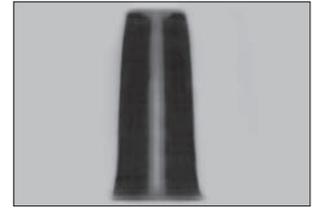


### ОТВЕРСТИЯ В СТЕКЛЕ

- Отверстия разных размеров под конусным углом 5 град.
- Минимальное количество продуктов обработки по краям отверстий



Вид сверху



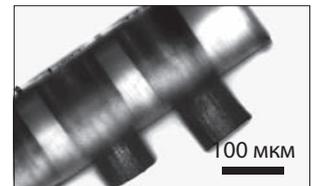
Поперечное сечение

#### Применение:

- Микрогидродинамика
- VIAs

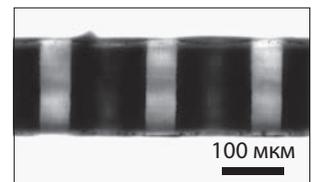
### РЕЗКА СТЕНТА

- Отверстия в стенках стента в поперечном направлении
- Полимерный стент
- Без нагрева, без продуктов обработки
- Минимальная конусность



#### Применение:

- Сосудистая хирургия



### МАРКИРОВКА И ОБРАБОТКА

- Мельчайшие крапинки до 3 мкм
- Микронное позиционирование
- Отсутствует нагрев



Металл



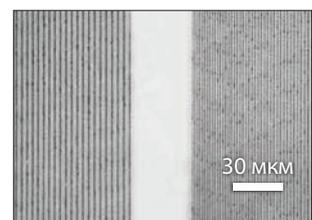
Волос

### ТЕКСТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ САПФИРА

- Микронное разрешение
- Обработка большой площади поверхности
- Однократные импульсы для формирования кратеров на поверхности

#### Применение:

- Распространение света в оптических волокнах
- Увеличение структуры полупроводника

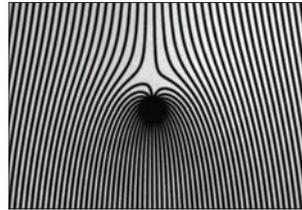


### ВЫБОРОЧНОЕ ПОСЛОЙНОЕ УДАЛЕНИЕ МЕТАЛЛА

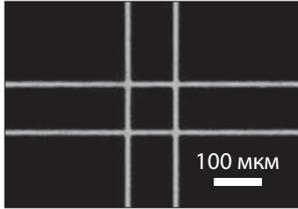
- Выборочное удаление слоев металла с разных поверхностей
- Возможность изменения глубины и геометрии снимаемого слоя

#### Применение:

- Производство литографических шаблонов
- Элементы формирования светового пучка
- Оптические апертуры
- Другое



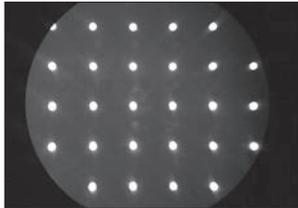
Формирование амплитудной решетки



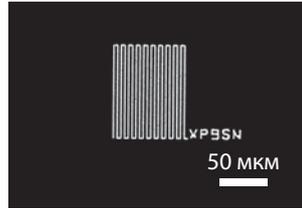
Селективная абляция покрытия из Титана



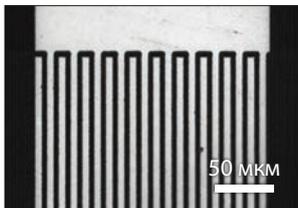
Абляция Хрома для формирования пучка



Производство массива апертур



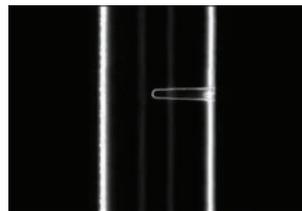
Удаление слоя золота без повреждения подложки из MgO, удаление слоя Au без повреждения



Абляция хрома со стеклянной подложки

### СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

- Диаметр отверстия <math>< 10 \mu\text{m}</math>
- Возможность получения отверстий разной конфигурации
- Контроль угла и глубины сверления



#### Применение:

- Оптоволоконные датчики
- Материаловедение

### РАССЕЯНИЕ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

- Отсутствие влияния на прочность волокна
- Отсутствие повреждения поверхности
- Равномерная дисперсия света



#### Применение:

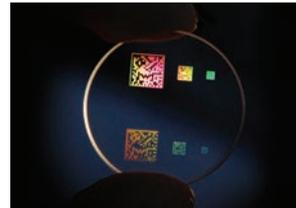
- Медицинские волокна
- Онкология

### ОБРАБОТКА СТЕКЛА

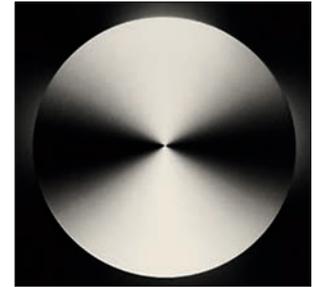
- Изменение индекса преломления
- Изготовление решеток Брэгга с дифракционной эффективностью 99%
- Изготовление решеток и элементов с двулучепреломлением
- Низкое влияние на подложку



Изменение двулучепреломления в кварцевом стекле. Фото в поляризованном свете



Сапфир



Волновая пластина S-типа \*

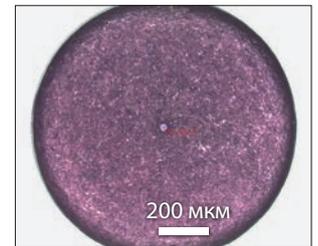
\* M. Beresna, M. Gecevičius, P. G. Kazansky and T. Gertus, Radially polarized optical vortex converter created by femtosecond laser nanostructuring of glass, Appl. Phys. Lett. 98, 201101 (2011).



Стекло

### СВЕРЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО РУБИНА

- Отсутствие сколов после сверления
- Контроль конусности

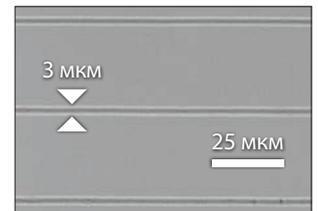


#### Применение:

- Высокоточное изготовление механических деталей

### ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКАНАЛОВ

- Широкий диапазон материалов: от кварцевых стекол до полимеров
- Контролируемая форма каналов
- Малое количество отходов и осколков
- Гладкая поверхность



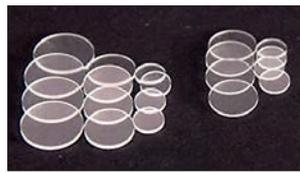
#### Применение:

- Микрофлюидные сенсоры
- Волноводы и световоды



### РЕЗКА САПФИРА

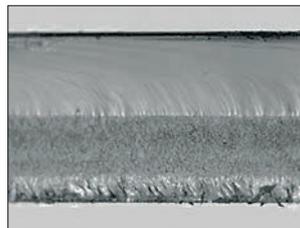
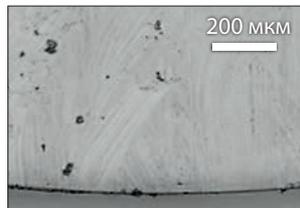
- Толщина: 100 – 900 мкм
- Легко разламывается после резки
- Диаметр получаемых окружностей: 3 – 15 мм
- Радиус скруглённых углов: от 0.5 мм
- Скорость реза: до 800 мм/с
- Качество реза: шероховатость (Ra) менее 2 мкм
- Отсутствие сколов и крошения
- Отсутствие процесса абляции



Толщина: 420 мкм, чистый сапфир

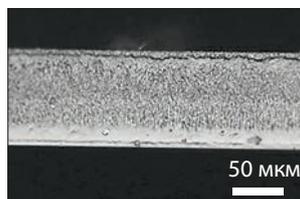
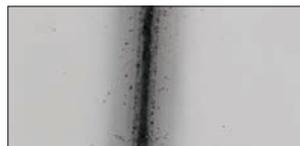
### РЕЗКА ЗАКАЛЕННОГО СТЕКЛА

- Однопроходный режим
- Резка внутри стекла (поверхность остается неповрежденной)
- Гомогенный процесс



### РЕЗКА НЕЗАКАЛЕННОГО СТЕКЛА

- Толщина: 0.03 – 0.3 мм
- Механическое разламывание после скрайбирования
- Скорость реза: до 800 мм/с
- Произвольная форма реза
- Закругленные углы
- Качество реза: шероховатость (Ra) менее 2 мкм



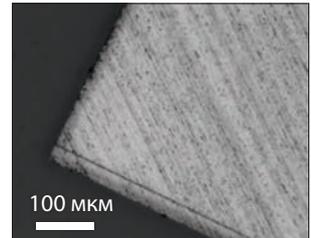
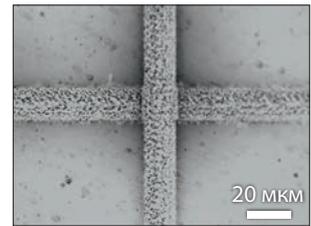
Образцы предоставлены  
Workshop of Photonics  
www.wophotonics.com

### НАРЕЗАНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ НА КРИСТАЛЛЫ

- Отсутствие сколов на краях
- Шероховатость поверхности менее 1 мкм
- Легко разламывается после резки

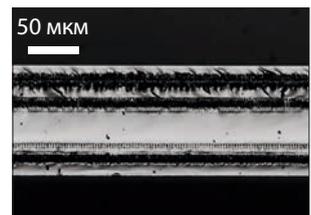
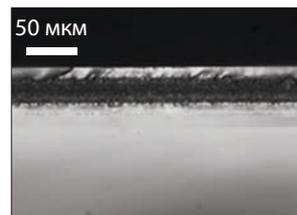
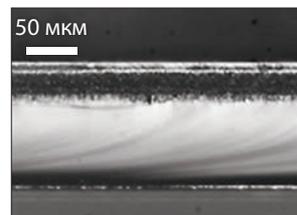
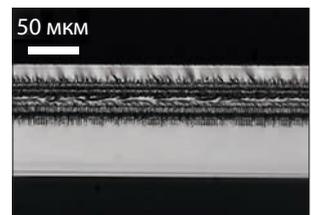
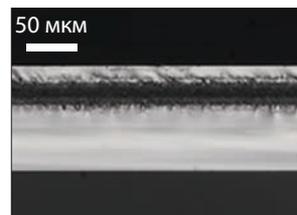
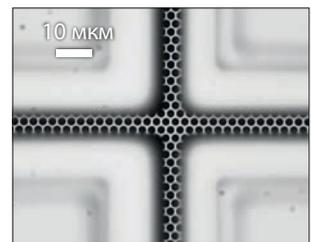
#### Применение:

- Высокая мощность, высокочастотная электроника



### НАРЕЗАНИЕ САПФИРА НА КРИСТАЛЛЫ ДЛЯ LED ДИОДОВ

- Толщина пластин: 50 – 330 мкм
- Узкая ширина реза: до 10 мкм
- Сопротивление на изгиб: 650 – 900 МПа
- Высокая эффективность испускания света
- Контролируемая длина реза
- Легко разламывается после резки
- Скрайбирование сапфира с DBR покрытием на задней стороне



Образцы предоставлены  
Evana Technologies  
www.evanatech.com

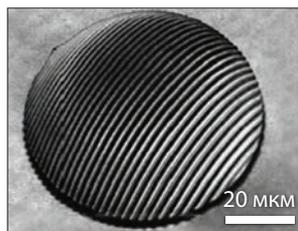
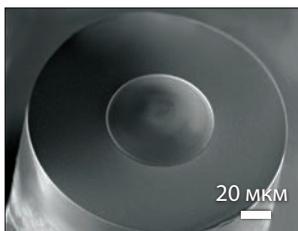
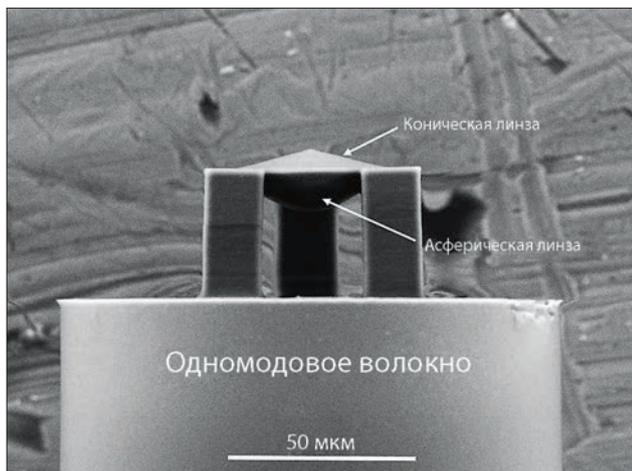
# МНОГОФОТОННАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

Многофотонная полимеризация (МФП) – это уникальный метод, позволяющий создавать 3D-микроструктуры с разрешением порядка 100 нм. Данная технология основана на нелинейном поглощении сфокусированного лазерного излучения фемтосекундной длительности, которое обеспечивают локализованные процессы фотополимеризации. Длительность импульса менее 290 фс и частота следования импульсов более 100 кГц являются основными преимуществами для модификации материала за счет лавинной ионизации – данный процесс позволяет изготавливать материалы состоящие из различных веществ: от гибридных смесей до чистых белков.

## ПРИМЕНЕНИЕ В МИКРО-ОПТИКЕ

Большинство фотополимеров, используемых в МФП, прозрачны в видимой области спектра и могут напрямую применяться в различных областях микро-оптики. Различные механические, а также оптические свойства могут быть с легкостью изменены (1, 2).

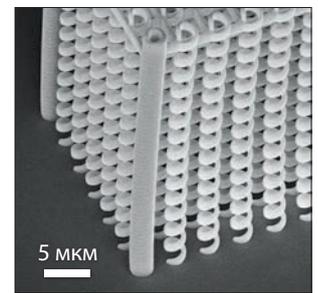
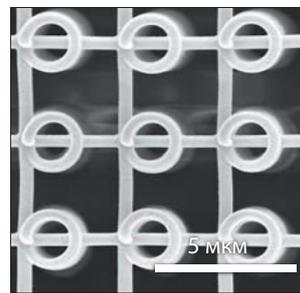
Примеры применений: призмы, асферические линзы, микролинзы на конце оптоволокна, многолинзовые массивы, генераторы вихревых пучков, дифракционные оптические элементы и т.д.



## ПРИМЕНЕНИЕ В ФОТНИКЕ

Высоко повторяемый и стабильный технологический процесс позволяет изготавливать различные фотонные устройства из кристаллов для контроля пространственных и временных свойств света на микрометровых дистанциях (3-6).

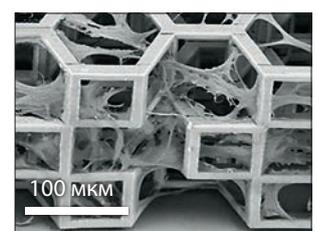
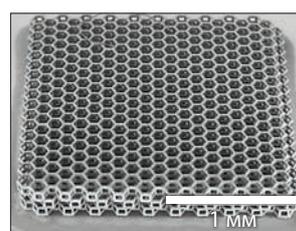
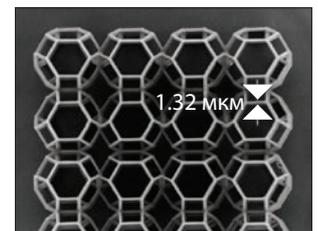
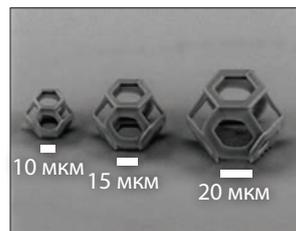
Примеры применений: фотонные пространственные кристаллы, суперколлиматоры, структурное окрашивание и т.д.



## ПРИМЕНЕНИЕ В БИО- И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

МФП может применяться совместно с биосовместимыми и даже биологически разлагаемыми материалами, таким образом, данная технология является идеальной платформой для восстановительной медицины (7).

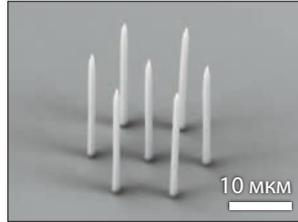
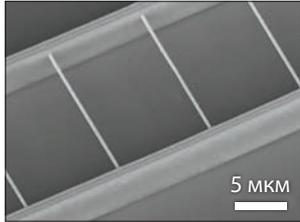
Примеры применений: изготовление полимерного 3D клеточного каркаса, устройства доставки лекарственных препаратов, микрофлюидные устройства, цитотоксические элементы.



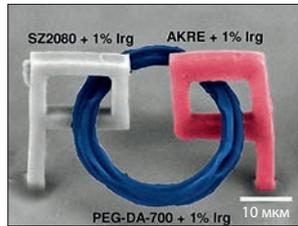
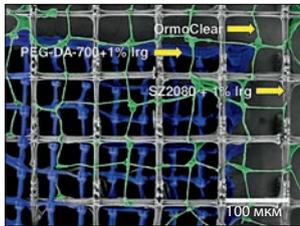
## ПРИМЕНЕНИЕ В МИКРОМЕХАНИКЕ

Технология МФП дает пользователю возможность создавать многокомпонентные 3D объекты из различных веществ с разными физическими, химическими и биологическими свойствами.

Примеры применений: изготовление кантилеверов, клапанов, фильтров с контролируемыми размерами микропор, механических переключателей (8).



Примеры многокомпонентных структур (9):



Для запросов на  
производственные инструменты  
info@femtika.lt  
www.femtika.lt

## Ссылки на иллюстрации

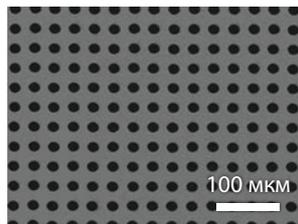
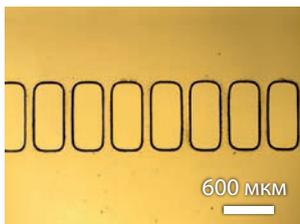
1. M. Malinauskas et al. Femtosecond laser polymerization of hybrid/integrated micro-optical elements and their characterization. *J. Opt.* 12, 124010 (2010).
2. M. Oubaha et al. Novel tantalum based photocurable hybrid sol-gel material employed in the fabrication of channel optical waveguides and three-dimensional structures, *Appl. Surf. Sci.* 257(7), 2995–2999 (2011).
3. L. Maigyte et al. Flat lensing in the visible frequency range by woodpile photonic crystals, *Opt. Lett.* 38(14), 2376 (2013).
4. V. Purlys et al. Spatial filtering by chirped photonic crystals, *Phys. Rev. A* 87(3), 033805 (2013).
5. V. Purlys et al. Super-collimation by axisymmetric photonic crystals, *Appl. Phys. Lett.* 104(22), 221108 (2014).
6. V. Mizeikis et al. Realization of Structural Colour by Direct Laser Write Technique in Photoresist, *J. Laser Micro Nanoen.* 9(1), 42 (2014).
7. M. Malinauskas et al. 3D artificial polymeric scaffolds for stem cell growth fabricated by femtosecond laser. *Lithuanian J. Phys.*, 50 (1), 75–82, (2010).
8. V. Purlys, Three-dimensional photonic crystals: fabrication and applications for control of chromatic and spatial light properties, Ph.D. Thesis. Vilnius University: Lithuania (2015).
9. M. Malinauskas et al. Ultrafast laser processing of materials: from science to industry, *Light: Sci. Appl.*, to be published, (2015).



Для научных запросов  
mangirdas.malinauskas@ff.vu.lt  
www.lasercenter.vu.lt

## ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ

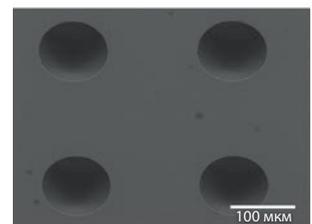
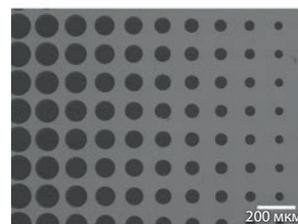
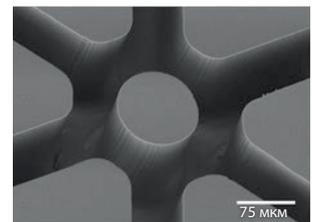
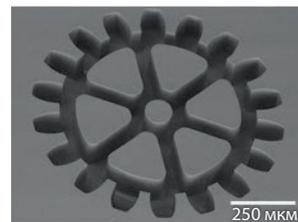
Могут быть изготовлены нанотрубки и нанокристаллы или любые другие микроструктуры, также доступны резка и сверление. Возможности применения в микромеханике и медицине



Образцы предоставлены  
Femtika www.femtika.lt

## ЛАЗЕРНАЯ ВЫБОРОЧНАЯ ГАВИРОВКА И ТРАВЛЕНИЕ

Может применяться в микрооптике, микромеханике, медицинской инженерии и т.д.



# FLINT

## Фемтосекундный иттербиевый генератор



### ОСОБЕННОСТИ

- Длительность импульса менее 80 фс без необходимости использования дополнительных компрессоров
- Максимальная энергия импульса 75 нДж
- Выходная мощность до 6 Вт
- Стандартная частота следования импульсов 76 МГц
- Практически отсутствует спонтанное излучение
- Прочный дизайн для промышленных применений
- Автоматизированный генератор гармоник (515 нм)
- Опция стабилизации фазы несущей частоты (СЕР)
- Возможность синхронизации с внешним оборудованием

Генератор FLINT выполнен на основе кристалла иттербия (Yb) с продольной накачкой модулем лазерного диода высокой яркости. Генерация фемтосекундных импульсов осуществляется за счет синхронизации мод с помощью линзы Керра. После запуска системы, синхронизация мод остается постоянной на протяжении длительного периода

времени и невосприимчива к незначительным механическим воздействиям. Для контроля длины резонатора по запросу пользователя в нем может быть установлен пьезоэлектрический актуатор. Также имеется возможность оснащения генератора FLINT опцией стабилизации фазы несущей частоты (СЕР).

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Модель	FLINT 1.0	FLINT 2.0	FLINT 4.0	FLINT 6.0	FLINT SP
Макс. средняя мощность	>1 Вт	>2 Вт	>4 Вт	>6 Вт	> 600 мВт
Длительность импульса (считая, что импульс имеет форму гауссоиды)	<80 фс	<100 фс			< 40 фс
Энергия импульса	> 12 нДж	> 25 нДж	> 50 нДж	> 75 нДж	> 7 нДж
Частота следования импульсов	76 ± 0.5 МГц <sup>1)</sup>				
Центральная длина волны	1035 ± 10 нм <sup>2)</sup>				
Стабильность выходного излучения	СКО < 0.5% на протяжении 24 часов <sup>3)</sup>				
Поляризация	Линейная, горизонтальная				
Стабильность пучка	<10 мкрад/°С				
Качество пучка	TEM <sub>00</sub> ; M <sup>2</sup> < 1.2				
Генератор второй гармоники (опционально)	Эффективность преобразования > 30% на 517 нм				

### ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Лазерная головка (Д × Ш × В)	430 × 195 × 114 мм
Лазерная головка с генератором 2-й гармоники (Д × Ш × В)	442 × 270 × 114 мм
Источник питания (4НУ, 19") (Д × Ш × В)	640 × 520 × 420 мм
Чиллер (< 100 Вт)	Разные модификации

### ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Электропитание	110 В переменного тока, 50-60 Гц, 2 А или 220 В переменного тока, 50-60 Гц, 1 А
Температура в помещении	15 - 30 °С (рекомендуется кондиционирование воздуха)
Относительная влажность	20 - 80 % (без конденсата)

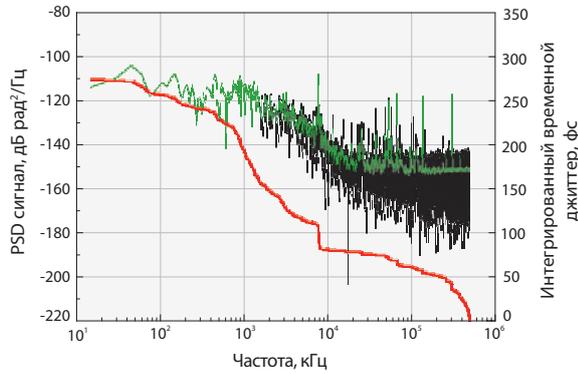
<sup>1)</sup> Доступна другая частота следования импульсов в диапазоне от 64 до 84 МГц.

<sup>2)</sup> Центральное значение длины волны может быть с допуском ±2 нм для отдельных генераторов.

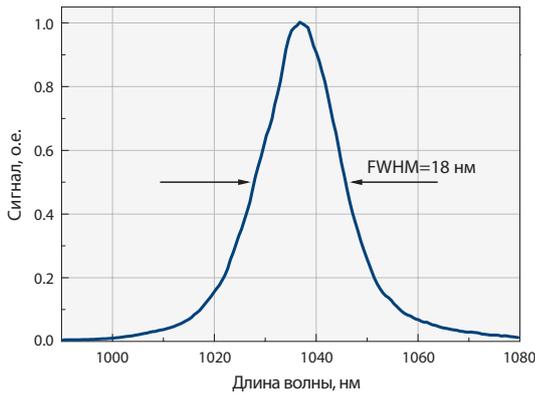
<sup>3)</sup> При постоянных условиях окружающей среды.

### СИНХРОНИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА ПО ВНЕШНЕМУ СИГНАЛУ

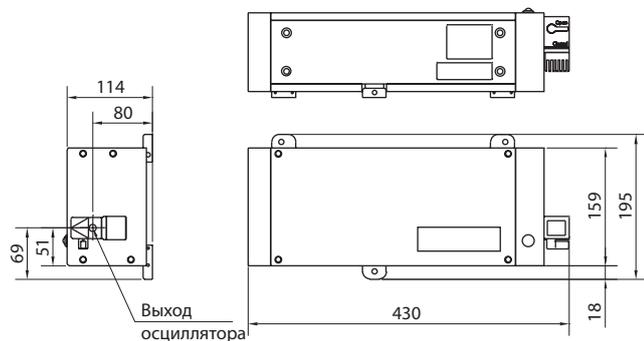
Осциллятор PHAROS может оснащаться пьезо-актуаторами, которые позволяют управлять длиной резонатора. Появляется возможность синхронизировать оптический импульс лазера с внешним сигналом с временным джиттером < 300 фс в диапазоне частот 10 Гц – 500 кГц.



Временной джиттер между генератором и источником внешнего сигнала в диапазоне 10 Гц – 500 кГц



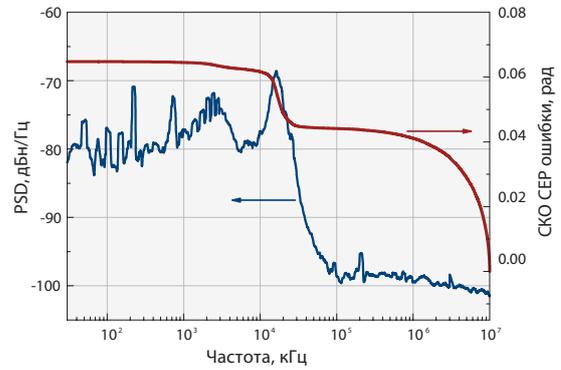
Спектр на выходе генератора



Габаритные размеры системы FLINT

### СТАБИЛИЗАЦИЯ ФАЗЫ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ (ФНЧ)

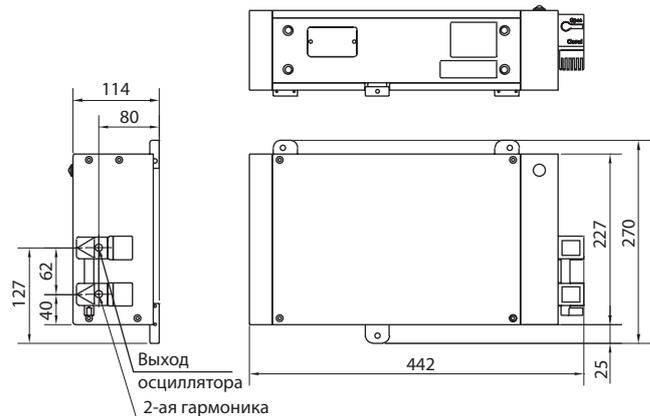
Осциллятор PHAROS можно оснастить нелинейным интерферометром и обратной связью по току накачки лазерного диода для стабилизации ФНЧ. Правый рисунок иллюстрирует результат измерения плотности спектра мощности и ошибку по фазе ФНЧ. Ошибка по фазе возникает в диапазоне частот от 50 Гц до 10 МГц составляет < 70 мрад (в контуре).



Спектральная плотность мощности фазы частоты  $f_{\text{ср}}$  единичного сигнала (в цикле) и интегрированный джиттер фазы

### ОПЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Генератор гармоник HIRO	см. стр. 22
-------------------------	-------------



Размеры системы FLINT с генератором 2-й гармоники

**HIRO**

## Генератор гармоник

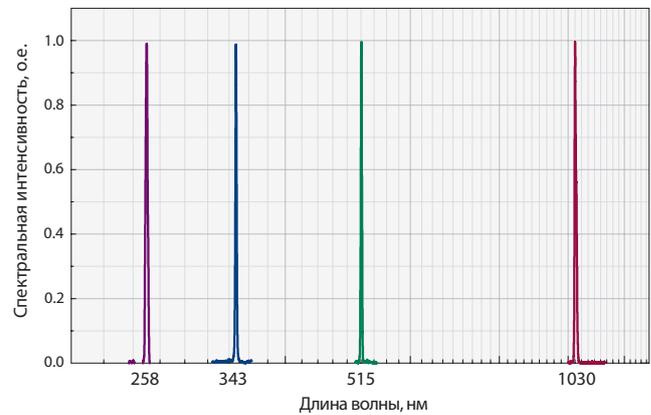


### ОСОБЕННОСТИ

- Гармоники 515 нм, 343 нм, 257 нм
- Простота переключения активных гармоник
- Доступен вывод излучения сразу на нескольких длинах волн
- Встроенный механизм разделения гармоник
- Гибкость в фиксации и легкое перестроение конструкции для включения дополнительных опций, таких как разделение гармоник, генератор континуума и возможности расширения или фокусировки пучка

HIRO является преобразователем частоты для лазеров PHAROS и генераторов FLINT и обеспечивает излучение гармоник высокой мощности длиной волны 515 нм, 343 нм и 258 нм. Мы предлагаем несколько стандартных моделей HIRO (с возможностью дооснащения в будущем), которые удовлетворяют наиболее важным потребностям клиентов. Активная гармоника выбирается вручную с помощью регулятора, гармоники меняются в течение нескольких секунд благодаря уникальной конструкции устройства. HIRO наиболее удобный с точки зрения возможности дооснащения преобразователь частоты на рынке. Он может быть модифицирован для получения континуумного белого света, расщепления/расширения/фокусировки луча в одном корпусе, а также разделения луча для одновременного получения трех гармоник.

Необходимо проконсультироваться со специалистами нашей компании для выбора версии генератора HIRO.



Выходные длины волн генератора гармоник HIRO

### МОДЕЛИ HIRO

Модель	Генерируемые гармоники	Выходные длины
PH1F1	2-ая	515 нм
PH1F2	2-ая, 4-ая	515 нм, 258 нм
PH1F3	2-ая, 3-я	515 нм, 343 нм
PH1F4	2-ая, 3-я, 4-ая	515 нм, 343 нм, 258 нм
PH_W1	2-ая, 3-я, 4-ая, КБС	Любая комбинация + континуум белого света

Вывод остаточного излучения на основной длине волны доступен по запросу.

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

Эффективности преобразования гармоник даны в процентах от мощности/ энергии накачки при частоте следования импульсов до 200 кГц.

Гармоника	Эффективности преобразования для различных моделей HIRO		Поляризация выходного излучения
	PH1F1, PH1F2	PH1F3, PH1F4	
2-ая	>50 %	>50 % <sup>1)</sup>	H (V <sup>2)</sup> )
3-я	-	>25 %	V (H <sup>2)</sup> )
4-ая	>10 %	>10 % <sup>1) 3)</sup>	V (H <sup>2)</sup> )

<sup>1)</sup> Когда не используется 3-я гармоника.

<sup>3)</sup> Макс. 1 Вт.

<sup>2)</sup> Опция (в зависимости от запроса).

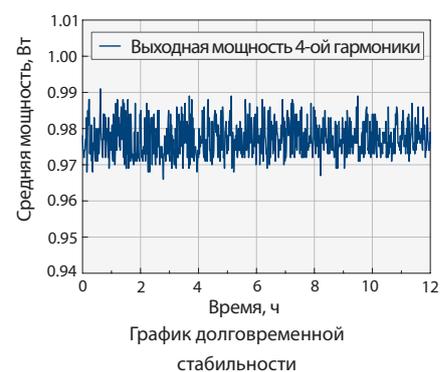


График долговременной стабильности

СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
 ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
 ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
 СПЕКТРОМЕТРЫ  
 АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

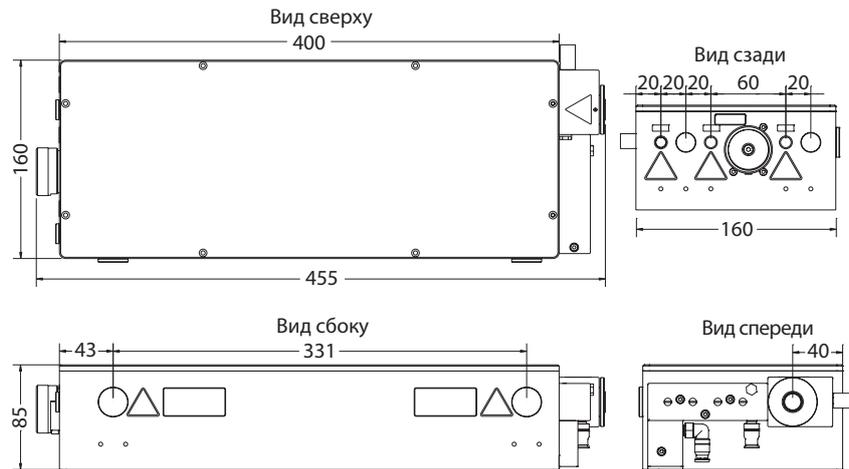
### ГЕНЕРАЦИЯ ГАРМОНИК

Генератор FLINT может быть оборудован дополнительным преобразователем длин волн HIRO для получения излучения гармоник на длинах волн 517 нм, 345 нм и 258 нм.

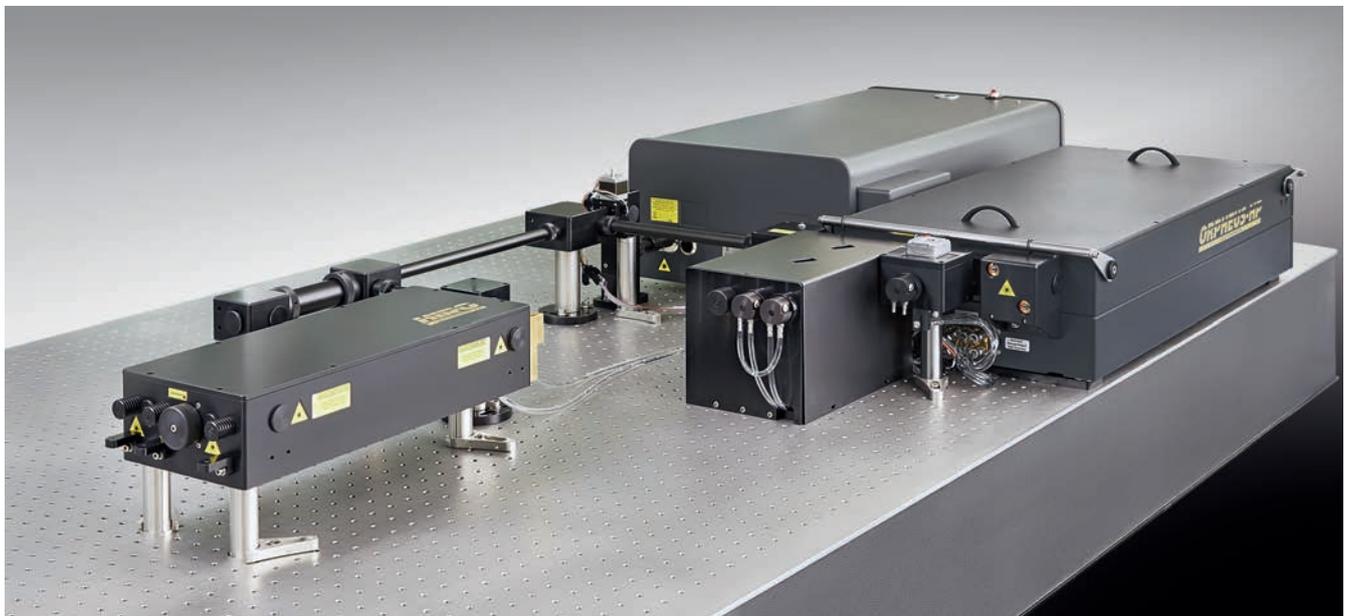
Генерируемые гармоники	2-ая	3-я	4-ая
Выходная длина волны	517 нм	345 нм	258 нм
Эффективность преобразования	>35 %	>5 %	>1 %

### ГАБАРИТЫ (для всех моделей HIRO)

	Ш × Д × В (мм)
Общие габариты корпуса	160 × 455 × 85
Рекомендуемая площадь для крепления	255 × 425
Управление лучом/ перехват	55 × 150 × 75



Габаритные размеры системы HIRO с водяным охлаждением и положение входных/выходных портов (мм)



Пример расположения модулей HIRO, PHAROS и ORPHEUS-HP на оптическом столе

**SHBC**

## Компрессор для второй гармоники



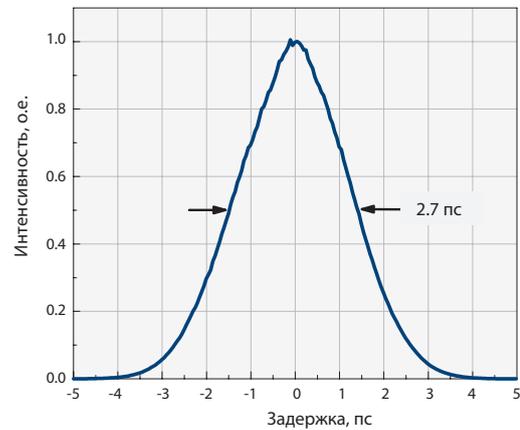
### ОСОБЕННОСТИ

- Высокая эффективность преобразования второй гармоники до узкой линии
- Малая занимаемая площадь

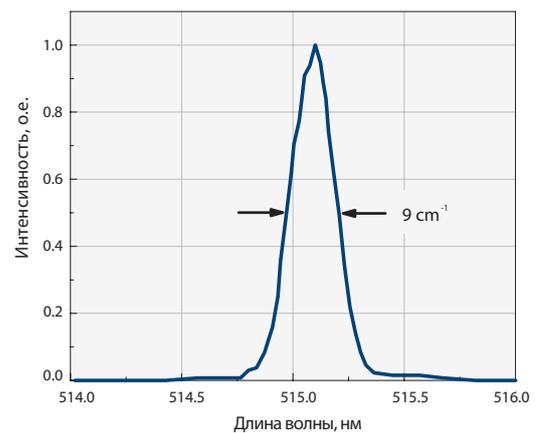
Система SHBC предназначена для формирования излучения с узкой спектральной полосой при накачке широкополосными пикосекундными импульсами высокой частоты следования. Платформа SHBC используется для создания совместно с лазерной системой Pharos гибкой системы с фиксированной длиной волны или с перестраиваемой узкой полосой пикосекундных импульсов в сочетании с перестраиваемой длиной волны широкополосных фемтосекундных импульсов. Эта особенность используется в спектроскопии (например, для генерации суммарной частоты) для смешения импульсов с широкой и узкой полосами излучения. Такая система позволяет проводить эффективную генерацию второй гармоники, тем самым обеспечивая импульсы выходного излучения высокой энергией.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

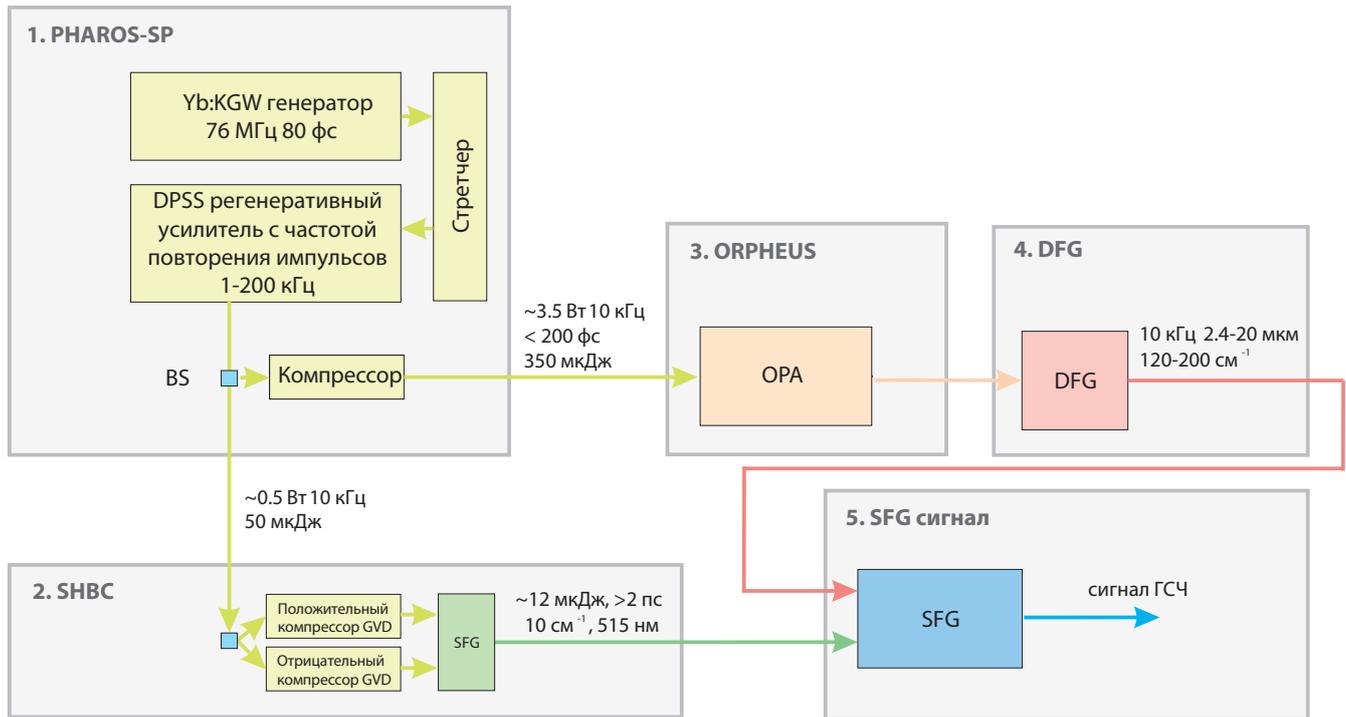
Параметр	Величина
Источник накачки	PHAROS, 1030 нм, 70 – 120 см <sup>-1</sup>
Выходная длина волны	515 нм
Эффективность преобразования	> 30 %
Ширина выходного импульса	< 10 см <sup>-1</sup>



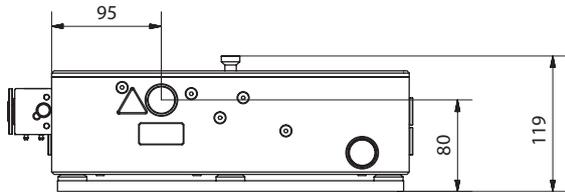
Стандартное значение длительности импульса на выходе SHBC



Стандартный спектр на выходе SHBC

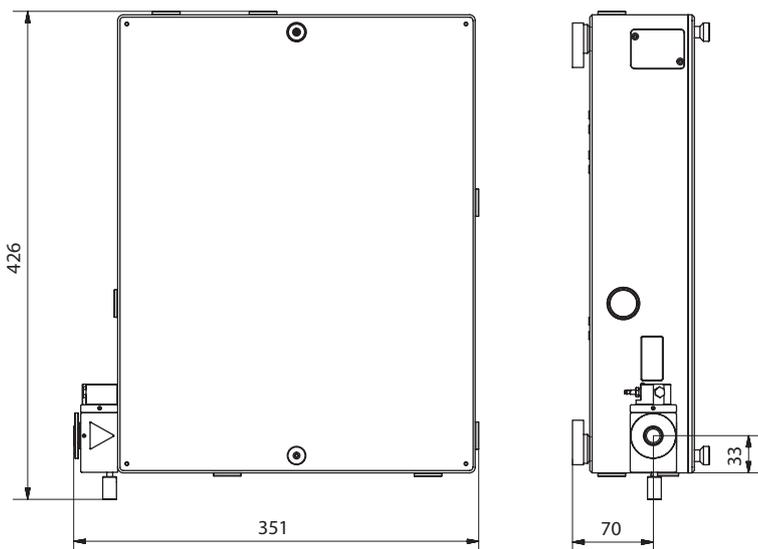


Принципиальная схема спектроскопической системы на основе SFG (генератор суммирования частоты), использующей SHBC для генерации сканирующего луча



**ГАБАРИТЫ**

	Ш × Д × В (мм)
Общие габариты корпуса	351 × 426 × 119
Рекомендуемые размеры для крепления	400 × 450 × 150



# ORPHEUS

## Коллинеарный оптический параметрический усилитель

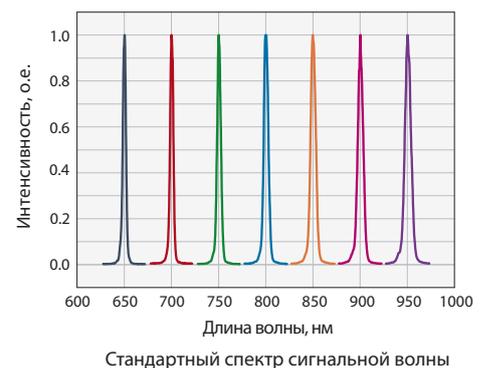
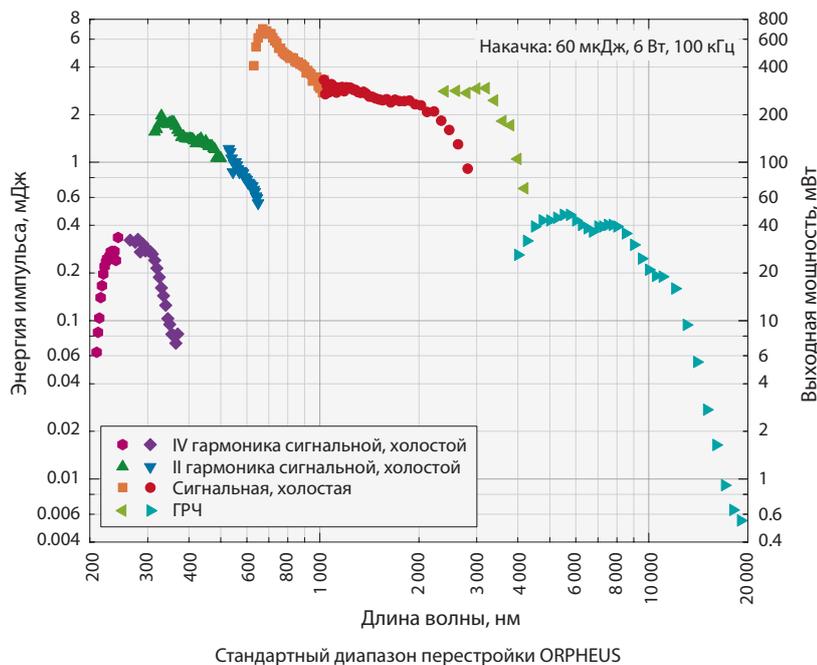


### ОСОБЕННОСТИ

- Диапазон перестройки 210 – 16000 нм
- Частота следования импульсов: от единичного импульса до 1 МГц
- Мощность излучения накачки до 8 Вт
- Энергия импульса накачки до 0.4 мДж (2 мДж по запросу)
- Полное управление от ПК

ORPHEUS представляет собой коллинеарный оптический параметрический усилитель (ОПУ) континуумного белого света с накачкой лазером PHAROS. ORPHEUS обладает всеми преимуществами усилителей серии TOPAS: высокой выходной стабильностью по всему диапазону настройки, высокой мощностью импульса и качеством пучка, управлением при помощи ПК через порт USB, а также дополнительными смесителями частоты для расширения диапазона настройки от ультрафиолетовых частот до среднего диапазона инфракрасных частот. Излучение генерируется в блоке ОПУ с компьютерным управлением настройкой углового положения. Основное

или остаточное излучение основной или второй гармоник (соответственно 1030 нм и 515 нм) доступно через выходные порты. ORPHEUS имеет настраиваемый выход ОПУ (630 - 2600 нм) с одновременным излучением остаточной второй и основной гармоник. Фемтосекундные импульсы, настраиваемый выход высокой мощности совместно с высокочастотным следованием импульсов делают тандем PHAROS и ORPHEUS незаменимым инструментом в спектроскопии, многофотонной микроскопии, микроструктурировании, спектроскопии. Некоторые системы ORPHEUS можно накачивать одним лазером PHAROS с независимой настройкой длины выходного излучения.



**ХАРАКТЕРИСТИКИ <sup>1)</sup>**

	<b>ORPHEUS OPA</b>
Требуемый лазер накачки	PHAROS или CARBIDE
Диапазон перестройки	630 – 1020 нм (сигнальная волна) и 1040 – 2600 нм (холодная волна)
Эффективность встроенного генератора второй гармоники (515 нм)	>40 %
Эффективность преобразования в максимуме перестроечной кривой	>12 % при энергии накачки 20 – 400 мкДж <sup>2)</sup> >6 % при энергии накачки 8 – 20 мкДж
Стабильность энергии импульса	СКО 2% в диапазоне 700 – 960 нм и 1100 – 2000 нм
Ширина линии	80 – 120 см <sup>-1</sup> в диапазоне 700 – 960 нм при накачке с помощью PHAROS 120 – 220 см <sup>-1</sup> в диапазоне 700 – 960 нм при накачке с помощью PHAROS-SP
Длительность импульса	150 – 230 фс при накачке с помощью PHAROS 120 – 190 фс нм при накачке с помощью PHAROS-SP
База сигнала	< 1.0
Встроенный мини-спектрометр <sup>3)</sup>	650 – 1050 нм, разрешение ≈ 1.5 нм

<sup>1)</sup> Эффективность преобразования указана в процентном соотношении от входной мощности.

<sup>2)</sup> Системы высокой энергии ORPHEUS-HE доступны для энергии накачки до 2 мДж.

<sup>3)</sup> Только для модели ORPHEUS-HP.

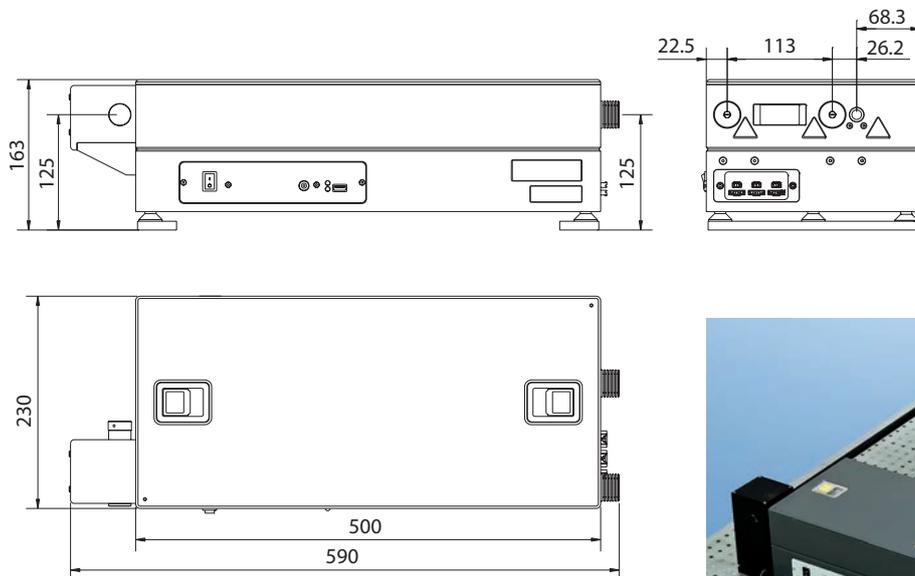
**УВЕЛИЧЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ (210 – 630 нм и 2200 – 16000 нм)**

<b>Диапазон перестройки</b>	<b>Эффективность преобразования <sup>1)</sup></b>
315 – 510 нм (2-я гармоника сигнальной волны)	> 3% при энергии накачки 20 – 400 мкДж <sup>2)</sup>
520 – 630 нм (2-я гармоника холодной волны)	> 1.2% при энергии накачки 8 – 20 мкДж
210 – 255 нм (4-я гармоника сигнальной волны)	> 0.6% при энергии накачки 20 – 400 мкДж <sup>2)</sup>
260 – 315 нм (4-я гармоника холодной волны)	> 0.3% при энергии накачки 8 – 20 мкДж
2200 – 4200 нм (DFG1)	> 3.0 % при 3000 нм при энергии накачки 20 – 400 мкДж <sup>2)</sup> > 1.5 % при 3000 нм при энергии накачки 8 – 20 мкДж
4000 – 16000 нм (DFG2)	> 0.2 % при 10000 нм при энергии накачки 20 – 400 мкДж <sup>2)</sup> > 0.1 % при 10000 нм при энергии накачки 8 – 20 мкДж

<sup>1)</sup> Эффективность преобразования указана в процентном соотношении от входной мощности.

<sup>2)</sup> Системы высокой энергии ORPHEUS-HE доступны для энергии накачки до 2 мДж.

<sup>3)</sup> Только для модели ORPHEUS-HP.



Габаритные размеры системы ORPHEUS



Компактное размещение системы PHAROS с усилителем ORPHEUS на площади 0.5 м<sup>2</sup>

# ORPHEUS-HP

## Высокомощный оптический параметрический усилитель



### ОСОБЕННОСТИ

- Диапазон перестройки 190 – 16000 нм
- Частота следования импульсов: от единичного импульса до 1 МГц
- Мощность излучения накачки до 20 Вт
- Энергия импульса накачки до 0.4 мДж (более высокая энергия по запросу)
- Автоматизированное разделение длин волн
- Встроенный спектрометр для контроля выходной длины волны

ORPHEUS-HP представляет собой коллинеарный оптический параметрический усилитель континуума белого света, накачиваемый лазерной системой PHAROS. Данный ОПА является модификацией усилителя ORPHEUS. Смесители частот для перестройки в УФ-видимом диапазоне спектра вмонтированы в термостабилизированные держатели. Также данный параметрический усилитель имеет возможность расширения рабочего диапазона до 190 – 215 нм в дополнение к стандартному диапазону (210 – 2600 нм).

Дизайн этого ОПУ предлагает полностью автоматизированную перестройку длины волны и автоматическое разделение длин волн, обеспечивая единое направление излучения для всех длин волн в УФ - Ближней-ИК области.

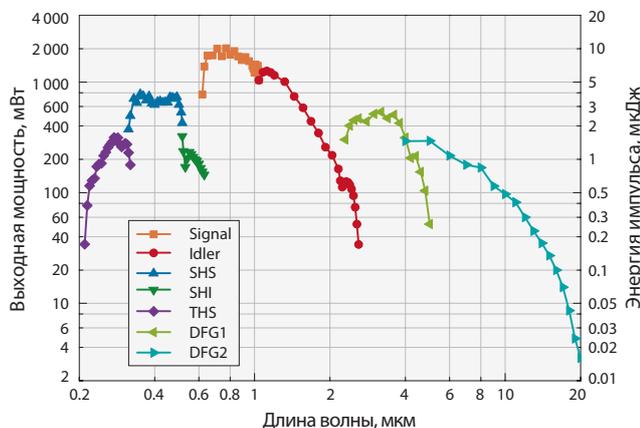
В ORPHEUS-HP интегрирован мини спектрометр для онлайн-мониторинга длины волны. Он поставляется со специализированным программным обеспечением, которое позволяет производить автоматическую калибровку.

Данный усилитель особенно рекомендуется, если входная мощность накачки более 8 Вт или если необходима перестройка как в УФ диапазоне спектра, так и в среднем ИК (315 – 5000 нм).

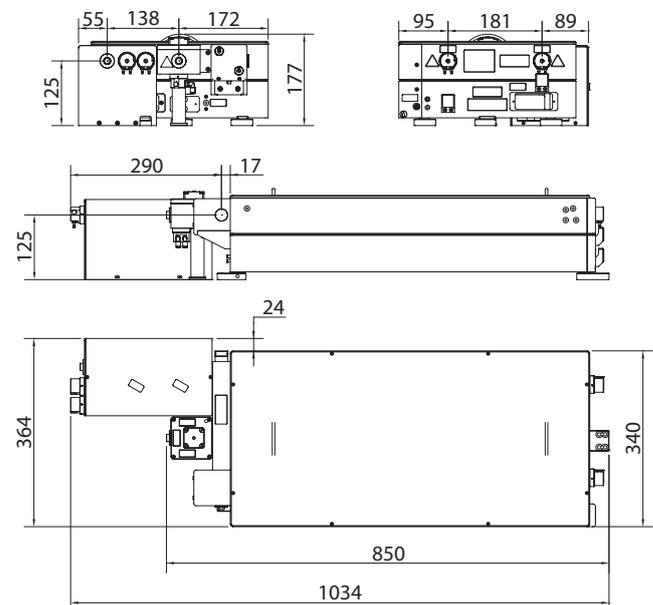
Характеристики системы такие же, как для ORPHEUS, кроме опций UV (УФ) и DEEP-UV (дальний УФ), представленных в таблице ниже.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ ОПЦИЙ UV И DEEP-UV

	DUV	4-я гармоника	3-я гармоника сигнальной волны
Диапазон перестройки	190 – 215 нм	258 нм	210–315 нм
Эффективность преобразования при энергии накачки 20 – 1000 мкДж	> 0.3% на 200 нм	> 5%	> 0.8 % при пиковом значении
Эффективность преобразования при энергии накачки 8 – 20 мкДж	Нет информации		> 0.4 % при пиковом значении



Эффективность преобразования энергии в ORPHEUS-HP  
Накачка: 20 Вт, 200 кГц



Габаритные размеры ORPHEUS-HP

СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
СПЕКТРОМЕТРЫ  
АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

# ORPHEUS-F

## Широкополосный оптический параметрический усилитель



Данный прибор представляет собой гибридный оптический параметрический усилитель (ОПА) континуума белого света, накачиваемый усилителями на основе фемтосекундного иттербиевого лазера. Данный ОПА сочетает в себе короткую длительность импульсов (за счет неколлинеарного ОПА) и широкий диапазон перестройки (за счет коллинеарного ОПА). Сигнальная волна может быть легко сжата до длительности менее 60 фс почти во всем спектральном интервале с помощью обычной призмы, тогда как холостая волна сжимается с помощью специального компрессора до длительности 40 - 90 фс в зависимости от длины волны. Переключение на стандартный ОПА для перестройки в диапазоне 900 - 1200 нм (250 фс) опционально. Также возможно ограничить ширину выходного спектра до некоторого значения (в 2-3 раза) без потери выходной мощности. Стандартный ОПА ORPHEUS использует спектральное сжатие для генерации узких спектральных импульсов с длительностью 200 - 300 фс с расширенным диапазоном перестройки сигнальной/холостой волны и опциональной возможностью генерации света в УФ и средней ИК области. Неколлинеарный ОПА ORPHEUS-N-2H позволяет генерировать даже более широкие полосы с длительностью менее 20 фс, но ограничивается спектральным диапазоном 650 - 900 нм. В большинстве случаев выбор ORPHEUS-F является наиболее подходящим благодаря его производительности.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ \*

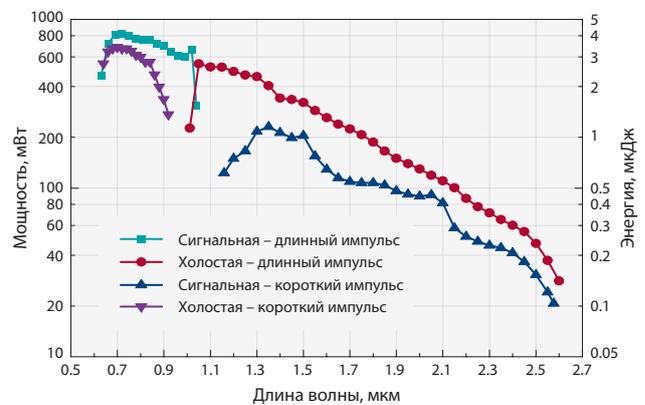
	ORPHEUS-F OPA
Требуемый лазер накачки	PHAROS, PHAROS-SP или CARBIDE
Диапазон перестройки	650 - 900 нм (сигнальная), 1200 - 2500 нм (холостая)
Эффективность преобразования на пике перестроечной кривой	> 10% при энергии накачки 10 - 500 мкДж
Стабильность энергии импульса	СКО < 2% на 700 - 900 нм и 1200 - 2000 нм
Спектральная ширина импульса	200 - 600 см <sup>-1</sup> на 650 - 900 нм 150 - 500 см <sup>-1</sup> на 1200 - 2000 нм
Длительность импульса до сжатия	< 250 фс
Длительность импульса после сжатия **	35 - 70 фс на 650 - 900 нм 40 - 100 фс на 1200 - 2000 нм
Эффективность пропускания при сжатии **	50 - 70% на 650 - 900 нм 70 - 80% на 1200 - 2000 нм

\* Эффективность преобразования для ORPHEUS-F указана в процентном соотношении от входной мощности

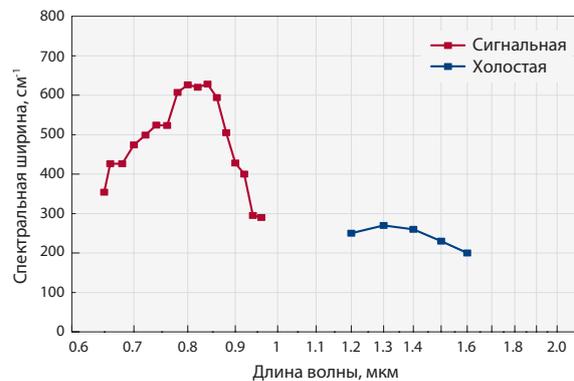
\*\* Опциональный компрессор включает в себя двухпризмный компрессор для сигнальной длины волны и кубический компрессор для холостой длины волны.

### ОСОБЕННОСТИ

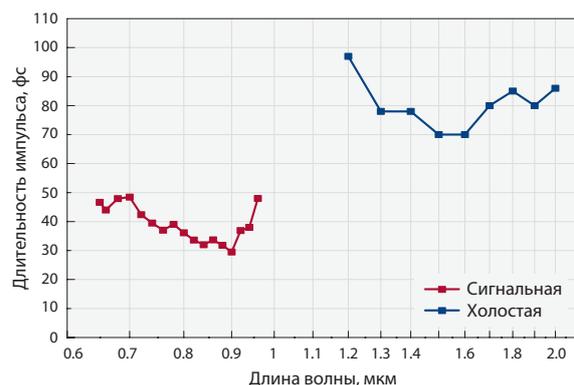
- Объединяет в себе лучшие преимущества коллинеарных и неколлинеарных ОПА
- Длительность импульса < 100 фс
- Изменяющаяся спектральная ширина линии
- Частота следования импульсов: от единичного импульса до 1 МГц
- Полное управление через ПК
- Опция заполнения промежутка перестройки двойной длительностью импульса



Производительность системы ORPHEUS-F



Стандартная ширина линии ORPHEUS-F



Длительность импульса ORPHEUS-F после внешнего сжатия

# ORPHEUS-IV

## Неколлинеарный оптический параметрический усилитель

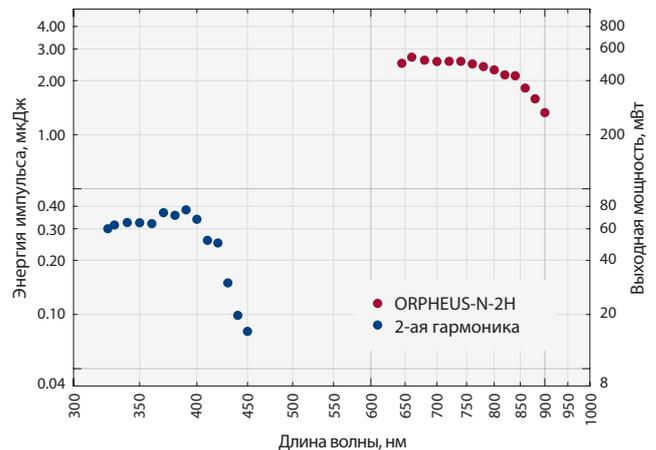


### ОСОБЕННОСТИ

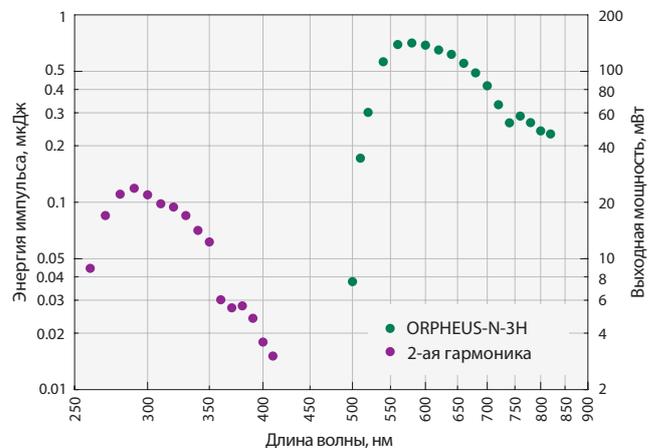
- Длительность импульса < 30 фс
- Встроенный призмный компрессор
- Регулируемая длительность импульса и спектральная ширина линии
- Частота следования импульсов: от единичного импульса до 1 МГц
- Полное управление от ПК

ORPHEUS-N представляет собой неколлинеарный оптический параметрический усилитель (НОПУ) с накачкой лазерной системой PHAROS. В зависимости от модели ORPHEUS-N имеет встроенный генератор второй и третьей гармоник (515 нм и 343 нм). ORPHEUS-N с накачкой второй гармоникой (ORPHEUS-N-2H) формирует импульсы длительностью менее 30 фс в диапазоне 700 - 850 нм со средней мощностью выше 0,5 Вт на длине волны 700 нм\*. ORPHEUS-N с накачкой третьей гармоникой (ORPHEUS-N-3H) формирует импульсы длительностью менее 30 фс в диапазоне 530 - 670 нм при средней мощности выше 0,2 Вт на длине волны 550 нм\*. Частота следования импульсов ORPHEUS-N достигает 1 МГц. Устройство оснащено шаговыми двигателями с компьютерным управлением, что позволяет автоматически настраивать длину волны излучения на выходе. Предлагается дополнительный генератор второй гармоники для расширения диапазона настройки вплоть до 250 - 450 нм. Благодаря высокотехнологичному импульсному компрессору ORPHEUS-N является незаменимым инструментом для временной спектроскопии. Несколько систем ORPHEUS-N можно накачивать одной лазерной установкой PHAROS, это обеспечивает ряд каналов накачки и независимую настройку длины волны.

\*накачка 6 Вт, 1030 нм, 200 кГц.



Диапазон перестройки системы ORPHEUS-N-2H  
Накачка: PHAROS-6W, 200 кГц, 260 фс



Диапазон перестройки системы ORPHEUS-N-3H  
Накачка: PHAROS-6W, 200 кГц, 260 фс

СВЕРХЫБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
СПЕКТРОМЕТРЫ  
АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

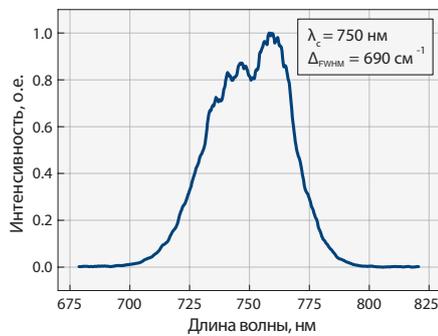
**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

	<b>ORPHEUS-N-2H (накачка: 30 мкДж на 1030 нм)</b>	<b>ORPHEUS-N-3H (накачка: 30 мкДж на 1030 нм)</b>
Диапазон перестройки	650 – 900 нм	500 – 800 нм
Встроенный генератор гармоник	Вторая гармоника: 515 нм Энергия импульса > 14 мкДж	Третья гармоника: 343 нм Энергия импульса > 8 мкДж
Выходная энергия импульса (после призмного компрессора)	7% при пиковом значении (700 нм) 3% на 850 нм Макс. мощность накачки 6 Вт	1.3% при пиковом значении (580 нм) 0.7% на 700 нм Макс. мощность накачки 8 Вт
Длительность импульса (имеет гауссову форму)	< 30 фс на 700 – 850 нм	< 30 фс на 530 – 670 нм < 80 фс на 670 – 800 нм

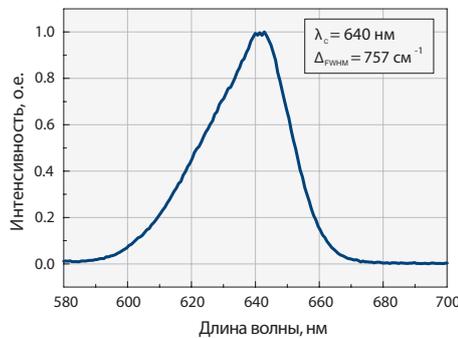
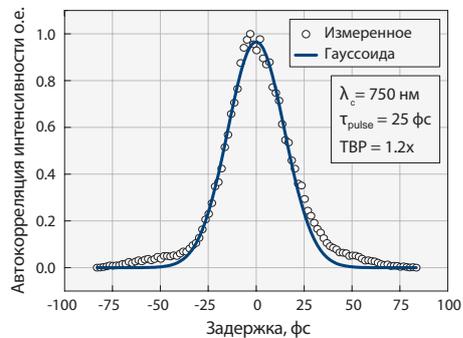
Требования к лазеру накачки: обычно лазерная система PHAROS с длиной волны излучения 1030 нм, частотой следования импульсов 1 – 1000 кГц, энергией импульса накачки 8 – 200 мкДж, длительностью импульса 180 – 290 фс.

**ОПЦИОННЫЕ АКСЕССУАРЫ**

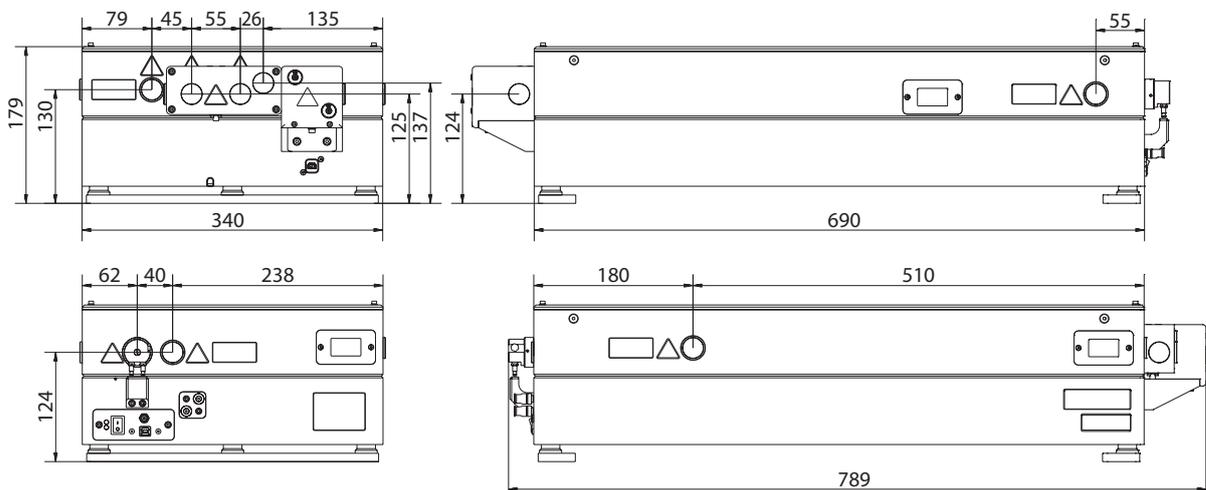
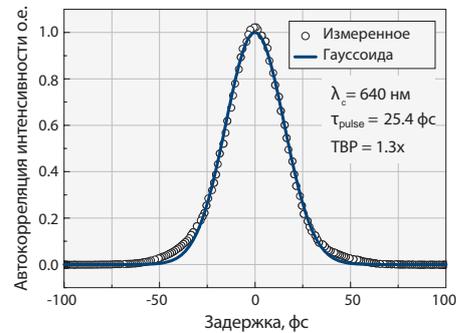
- Генератор второй гармоники сигнальной волны
- Контролируемая через ПК длительность импульса



Выходные параметры системы ORPHEUS-N-2H



Выходные параметры системы ORPHEUS-N-3H



# ORPHEUS-ONE

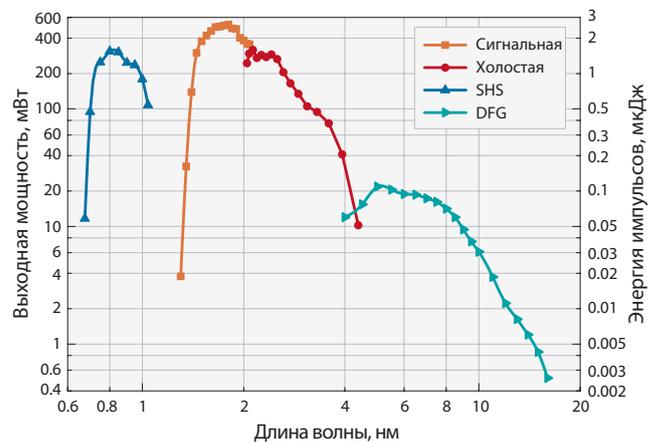
## Коллинеарный оптический параметрический усилитель среднего ИК диапазона



### ОСОБЕННОСТИ

- Диапазон перестройки 1350 – 4500 нм
- Возможность расширения диапазона до 16000 нм
- Двойной выход для среднего ИК по сравнению со стандартным ORPHEUS
- Построен на основе зарекомендовавшего себя OPA серии TOPAS
- Частота следования импульсов до 1 МГц
- Система адаптивна к различным энергиям накачки и различной длительности импульсов
- Полное управление через ПК и соответствующее ПО

Данный прибор представляет собой коллинеарный оптический параметрический усилитель (OPA) континуума белого света, накачиваемый усилителями на основе фемтосекундного иттербиевого лазера, и имеет область генерации в среднем ИК диапазоне спектра. По сравнению со стандартной конфигурацией ORPHEUS + DFG, ORPHEUS-ONE обладает более высокой степенью сжатия в ИК диапазоне. Кроме того, данный OPA объединяет в себе две стадии накачки, что делает его меньше и увеличивает долговременную стабильность. Расширенный диапазон 4500 – 16000 нм возможно получить на втором этапе усиления за счет смешивания холостой и сигнальной волн в соответствующем кристалле (селенид галлия). С помощью метода, используемого в ORPHEUS-ONE, можно получать ширину линии порядка  $150 \text{ см}^{-1}$ , когда OPA сконфигурирован для широкополосного усиления.



Стандартные диапазоны перестройки ORPHEUS-ONE.  
Накачка: PHAROS-6W, 200 кГц, 260 фс

### ХАРАКТЕРИСТИКИ \*

	ORPHEUS-ONE OPA
Требуемый лазер накачки	PHAROS, PHAROS-SP, CARBIDE
Диапазон перестройки	1350 – 2060 нм (сигнальная), 2060 – 4500 нм (холостая)
Эффективность встроенного генератора второй гармоники (515 нм)	~10 – 25% (недоступна без соответствующей модификации)
Эффективность преобразования на пике перестроечной кривой, сигнальная и холостая волны объединены во втором состоянии	> 14% при энергии накачки 30 – 400 мкДж **
Стабильность энергии импульса	СКО < 2% на 1450 – 4000 нм
Спектральная ширина импульса	100 – 250 $\text{см}^{-1}$ на 1450 – 2000 нм
Длительность импульса	200 – 250 фс, при накачке PHAROS 120 – 190 фс, при накачке PHAROS-SP
Приборы с широкой полосой временных частот	< 1.0 на 1450 – 2000 нм

\* Приборы с широкой полосой временных частот, эффективность преобразования для ORPHEUS-ONE указана в процентном соотношении от входной мощности.

\*\* Системы высокой энергии ORPHEUS-ONE доступны для энергии накачки до 2 мДж

### ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ОПЦИИ MID-IR CONVERTER

	DFG2
Диапазон перестройки	4500 – 16000 нм
Эффективность преобразования энергии импульса	> 0.3% на 10000 нм
Ширина линии	100 – 160 $\text{см}^{-1}$ в диапазоне 5000 – $10^4$ нм
Стабильность энергии импульса	СКО < 3% на 5000 нм СКО < 4% на 10000 нм
Длительность импульса	< 300 фс в диапазоне 5000 – 10000 нм

# ORPHEUS-PS

## Узкополосный оптический параметрический усилитель

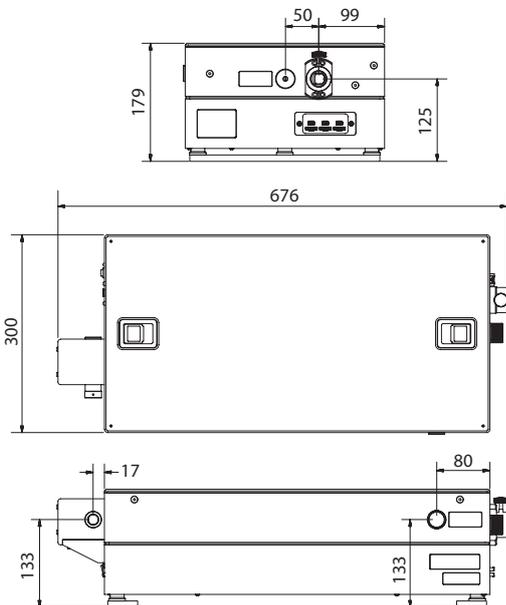


### ХАРАКТЕРИСТИКИ

	ORPHEUS-PS OPA
Диапазон перестройки	630 – 1020 нм сигнальная 1040 – 2600 нм холостая
Эффективность преобразования	> 20 % (при накачке от SHBC)
Стабильность энергии импульса	СКО < 2.0 % на 700 – 960 нм и 1100 – 2000 нм
Спектральная ширина линии	< 20 см <sup>-1</sup> на 700 – 960 нм и 1100 – 2000 нм
Длительность импульса	2 – 4 пс в зависимости от длительности импульса от SHBC-515
Произведение длительности сигнала на ширину полосы пропускания	< 1.0

Требования к входным импульсам:

- 1) Пикосекундный импульс на длине волны 515 нм от SHBC-515 с энергией 120 - 1000 мкДж, длительностью 2 - 5 пс, спектральной шириной < 10 см<sup>-1</sup>;
- 2) Фемтосекундный импульс на длине волны 1030 нм с энергией 2 – 3 мкДж с длительностью < 300 фс



Габаритные размеры ORPHEUS-PS

### ОСОБЕННОСТИ

- Построен по схеме прибора TOPAS-800 OPA
- Непрерывная перестройка пикосекундных импульсов в диапазоне 315 – 5000 нм
- Выходное излучение практически ограничено шириной спектральной линии, спектральная ширина < 15 см<sup>-1</sup>
- Высокая стабильность достигается за счет затравки континуумом белого света, генерируемого фс импульсами
- Частота следования импульсов до 100 кГц
- Полное управление от компьютера через USB-интерфейс

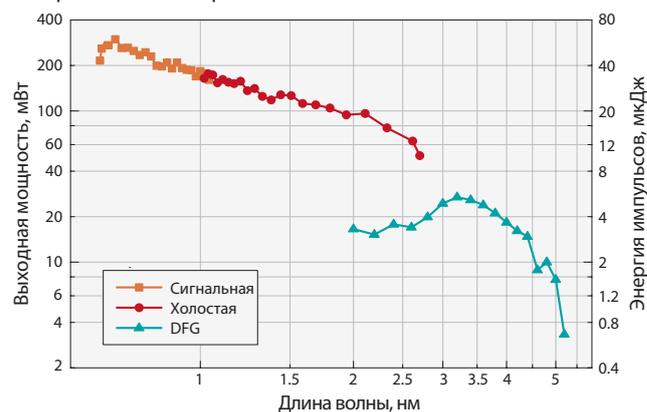
### ПРИМЕНЕНИЯ

- Рамановская спектроскопия
- Поверхностная спектроскопия со сложением частоты

ORPHEUS-PS представляет собой оптический параметрический усилитель непрерывного белого света с узкой спектральной линией излучения, разработанный для накачки лазеров серии PHAROS.

Данная система накачивается пикосекундными импульсами, поступающими от генератора второй гармоники с узкой спектральной линией SHBC-515 и затравливается континуумом белого света, генерируемого фемтосекундными импульсами. Данная технология позволяет получить очень высокую стабильность от импульса к импульсу по сравнению с другими методами получения перестраиваемых пикосекундных импульсов. Источник белого света также встроен в корпус в качестве усилительного модуля, обеспечивая лучшую долговременную стабильность и простоту использования. Система характеризуется высокой эффективностью преобразования, практически дифракционно и спектрально ограниченным выходным излучением, полным управлением от компьютера и наличием драйверов LabView.

Часть излучения лазеров серии PHAROS может быть разделена для одновременной накачки фемтосекундного оптического параметрического усилителя (OPA), обеспечивая широкий диапазон перестройки в 630 – 16000 нм и предоставляя полный набор лучей, необходимый для всесторонних применений в спектроскопии. Например, для измерения узких полос рамановских спектров или поверхностной спектроскопии со сложением частоты.



Диапазон перестройки системы ORPHEUS-PS  
 Накачка: 2 Вт при 5 кГц из SHBC (514.2 нм),  $\Delta\lambda = \approx 8 \text{ см}^{-1}$ ,  $\tau = 2.7 \text{ пс}$

# ORPHEUS twins

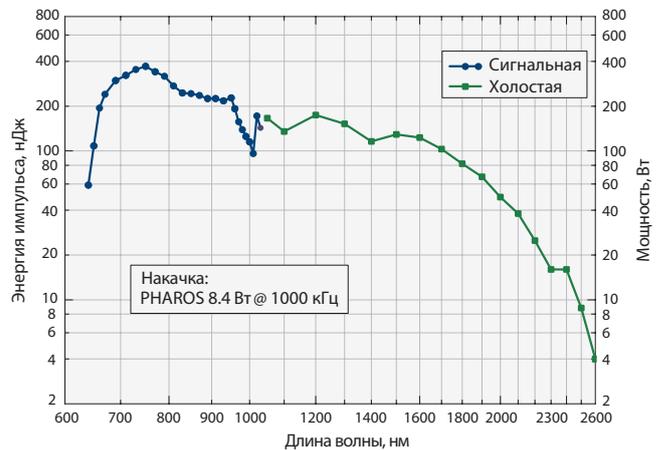
## Два независимых перестраиваемых оптических параметрических усилителя



ORPHEUS-Twins – это два независимых перестраиваемых оптических параметрических усилителя (ОПА), разработанных для получения необходимых параметров и типов ОПА. Оба канала могут быть отдельно сконфигурированы по ОПА версиям ORPHEUS, ORPHEUS-ONE, ORPHEUS-F и даже ORPHEUS-N. Каждый из ОПА имеет собственный корпус, а для накачки используют один и тот же источник белого света. Дизайн данного усилителя позволяет с легкостью осуществлять перестройку по длинам волн, имеет опциональную возможность автоматизированного разделения длин волн и генерации широкополосного излучения в средней ИК области (4 – 16 мкм) с пассивно стабильной фазой несущей частоты (СЕР).

### ОСОБЕННОСТИ

- Два ОПУ в едином корпусе
- Диапазон перестройки 210 – 16000 нм
- Частота следования импульсов: от единичного импульса до 1 МГц
- Энергия импульса накачки до 0.4 мДж (2 мДж по запросу)
- Доступные версии с длинными и короткими (< 100 фс) импульсами
- Возможность генерации СЕР (фаза несущей частоты) стабильного излучения в средней ИК области
- Встроенный спектрометр для контроля выходной длины волны



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Требуемый лазер накачки	PHAROS или CARBIDE
Допустимая энергия импульса накачки при 1030 нм, длительностью 150 – 300 фс	8 мкДж – 2 мДж
Поддерживаемая частота следования импульсов	Единичный импульс – 1 МГц
Диапазон перестройки	Возможен выбор конфигураций для ORPHEUS, ORPHEUS-F или ORPHEUS-ONE
Выходная энергия импульса	В зависимости от выбранной конфигурации (см. соответствующую модель)
Спектральная ширина линии	В зависимости от конфигурации, 100 – 500 см <sup>-1</sup>
Длительность импульса	В зависимости от конфигурации, от 40 фс

Габариты	Ш × Д × В (мм)
Полные габариты ORPHEUS Twins, включая сепаратор излучения	810 × 430 × 164
Полные габариты системы PHAROS+ORPHEUS Twins со вторичной оптикой	910 × 850 × 215

# TOPAS

## Оптический параметрический усилитель для титан-сапфировых лазеров

TOPAS представляет собой оптический параметрический усилитель с диапазоном перестройки от 189 нм до 20 мкм. Он обладает высокой эффективностью и полностью управляется от компьютера. Имея более чем 1300 используемых систем по всему миру, TOPAS стал лидером на рынке оптических параметрических усилителей и стандартным инструментом для большинства научных исследований. Данная система может накачиваться лазерами на Ti:Sapphire с длительностью импульса 20 – 200 фс и энергией импульса 10 мкДж – 60 мДж. Также доступны конфигурации по Вашим запросам.

### ОСОБЕННОСТИ

- Стандартное значение эффективности преобразования в усилителе > 25-30% (для сигнальной и холостой длин волн)
- Диапазон перестройки 1160 – 2600 нм (возможность расширения до 189 нм – 20 мкм)
- Высокая стабильность выходного излучения во всем диапазоне перестройки
- Выходное излучение ограничено шириной спектральной линии
- Стабилизация ФНЧ (фазы несущей частоты) в диапазоне 1600 – 2600 нм
- Полное управление от ПК
- Доступны конфигурации по Вашим запросам

### TOPAS-Prime

TOPAS-Prime – это двухуровневый оптический параметрический усилитель континуума белого света. Данная модель обеспечивает эффективность преобразования энергии в 30% без потерь в пространственном, спектральном и временном разрешениях выходных параметров. Доступны две базовые версии данного усилителя: стандартная версия для входной энергии до 3.5 мДж с длительностью импульса 35 фс и версия TOPAS-Prime-Plus для входной энергии до 5 мДж с длительностью импульса 35 – 100 фс.



### TOPAS-HR

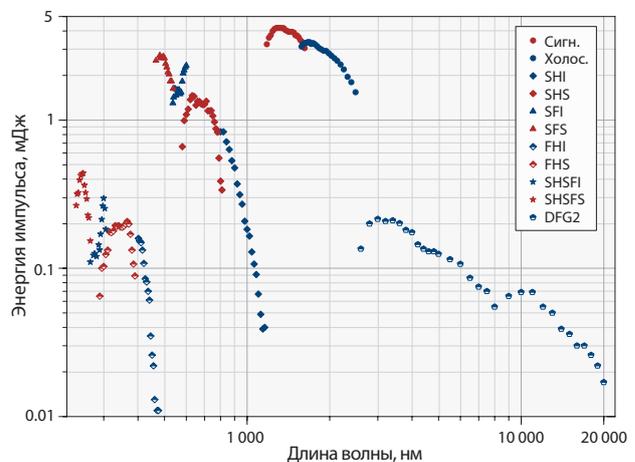
Для высокочастотных применений

TOPAS-HR – это оптический параметрический усилитель, разработанный для использования в приложениях с высокой частотой следования импульсов (10 кГц – 1 МГц). Данный ОПА обеспечивает высокую стабильность от импульса к импульсу во всем рабочем диапазоне, высокое качество выходного излучения, имеет полную автоматизацию и управляется через USB, а также имеет возможность смешивания частот для расширения диапазона перестройки. TOPAS-HR может накачиваться фемтосекундными лазерами на титан-сапфире с высокой частотой следования импульсов и является непревзойденным инструментом для спектроскопии, многофотонной микроскопии, микроструктурирования и других применений.

### HE-TOPAS-Prime

Для высоких энергий накачки

HE-TOPAS-Prime – это трехуровневый оптический параметрический усилитель континуума белого света, разработанный для энергий накачки свыше 5 мДж. Данная модель обеспечивает эффективность преобразования энергии до 40% как для сигнальной, так и для холостой длин волн. Данный ОПА компактный, имеет эргономичный дизайн и легко перестраивается под различные параметры импульса накачки. Доступны две базовые версии данного усилителя: стандартная версия для входной энергии до 25 мДж с длительностью импульса 100 фс (или до 8 мДж при 35 фс) и версия HE-TOPAS-Prime-Plus для входной энергии до 60 мДж с длительностью импульса 100 фс (или до 20 мДж при 35 фс). Также доступны некоторые пользовательские дополнения: адаптация под большую энергию накачки, температурная стабилизация, стабилизация ФНЧ и т.п.



Диапазон перестройки системы HE-TOPAS-Prime.

Накачка: 22 мДж, 45 фс, 805 нм

# NirUVis Смеситель частоты



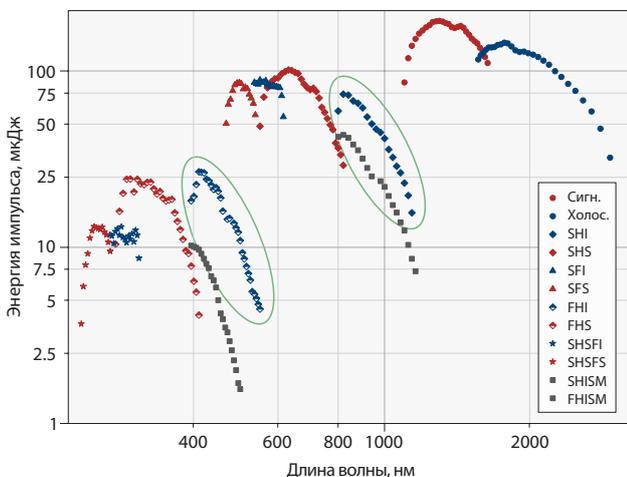
Данный прибор представляет собой смеситель частоты для TOPAS-Prime и HE-TOPAS-Prime.

NirUVis состоит из трех нелинейных кристаллов, контролируемых компьютером, размещенных в одном корпусе. Выходное излучение генерируется за счет объединения второй и четвертой гармоник, а также генератора суммирования частоты. Этот прибор предлагает более высокую эффективность преобразования в определенных диапазонах длин волн, простоту управления, компактный дизайн, а также практически не подвержен влиянию окружающей среды. Кроме того, после каждого нелинейного кристалла производится отделение длин волн, что обеспечивает высокий импульсный контраст.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

	Автоматизированный NirUVis	Стандартный NirUVis	NirUVis-DUV
Максимальный диапазон длин волн, нм	240 – 1160	240 – 1160	189 – 1160
Автоматизированная перестройка, кроме:	Полностью автоматическая	Ручная смена делителей длин волн	Ручная смена делителей длин волн
Количество выходных портов	1 порт для всех длин волн	4 выходных порта (зависит от длины волны)	4 выходных порта (зависит от длины волны)
Опция накачки FRESH*	Включена	Опция	Включена

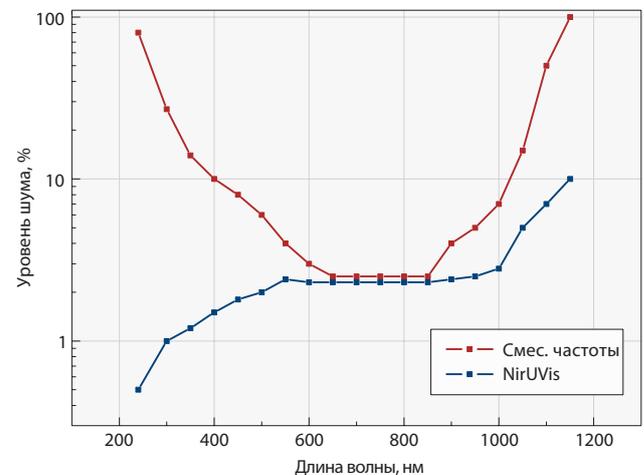
\* см. описание на следующей странице



Значение выходной энергии системы TOPAS-Prime (с опцией Fresh pump) + NirUVis  
Накачка: 1 мДж, 100 фс, 800 нм  
(Энергии, обозначенные как SHISM и FHISM, получены за счет смешивания частот в отдельных состояниях)

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО NirUVis

- Автоматическая перестройка и разделение – никакого ручного взаимодействия
- Отдельный выходной порт для длин волн в диапазоне 240 – 2600 нм – одинаковое положение
- Автоматический вращатель поляризатора для сигнальной волны – согласованная поляризация выходного пучка
- Автоматическое управление дихроичным зеркалом – обеспечивает хороший контраст
- Увеличенная эффективность преобразования холостой волны
- Оптическая система может быть построена в виде «U-формы», «L-формы» или прямой линии



Сравнение уровня шумов между системой NirUVis и отдельными смесителями частоты

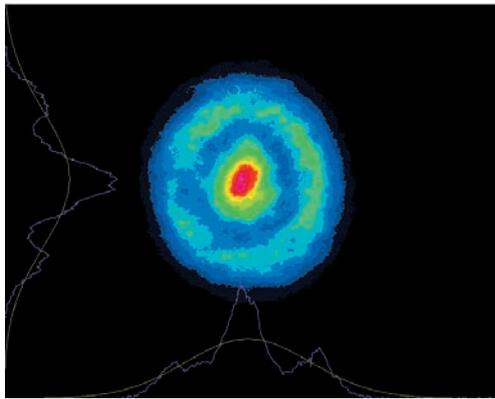
СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
 ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
 ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
 СПЕКТРОМЕТРЫ  
 АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

## Опция накачки FRESH для SFG в диапазоне 475 – 580 нм для TOPAS-Prime

### Опция обедненной накачки

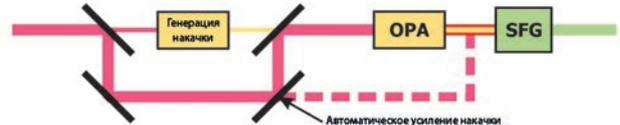


Случай, при котором осуществляется обедненная накачка SFG

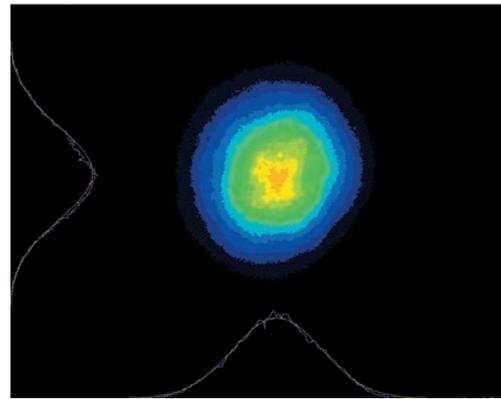


С опцией FRESH

### Опция накачки FRESH



Случай, при котором осуществляется FRESH накачка для SFG

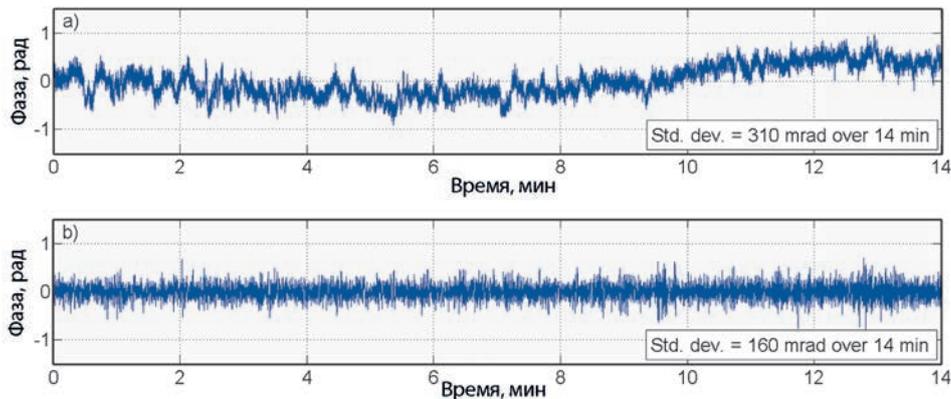


Без опции FRESH

## Набор для стабилизации ФНЧ (фаза несущей частоты) для холостой волны

Холостая волна устройств TOPAS (1600 – 2600 нм) пассивно заперта из-за параметрического трех-волнового взаимодействия, однако медленное смещение ФНЧ вызвано изменениями в наведении луча накачки или окружающих условиях. Мы предлагаем полное решение для регистрации

ФНЧ и компенсации смещений. Фазовая коррекция выполняется за счет использования f-2f интерферометра и механизма обратной связи для контроля временного разрешения между лучами накачки на этапе усиления.



СКО ФНЧ холостой волны в течение 14 минут без стабилизации (сверху) и со стабилизацией (снизу).  
Время интегрирования 4 мс (для импульсов)

# HARPIA

new

## Спектрометр накачки-зондирования



### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Фотохимия
- Фотобиология
- Фотофизика
- Материаловедение
- Физика полупроводников
- Спектроскопия временного разрешения

Популярный спектрометр переходного поглощения HARPIA был доработан с целью удовлетворения нужд и соответствия стандартам современного научного мира. Теперь данный спектрометр имеет более компактный дизайн, интуитивно понятный пользовательский интерфейс, а также стал проще в обслуживании. Соответствуя стандартам, принятым в серии параметрических усилителей ORPHEUS, корпус HARPIA теперь выполнен в виде монолитного алюминиевого блока, что обеспечивает превосходную стабильность системы и задает минимальный оптический путь для взаимодействующих лучей. В отличие от своего предшественника размеры данной системы значительно уменьшились – занимаемая площадь стала примерно в 2.6 раза меньше, а общий объем корпуса уменьшился в 4 раза. Новый HARPIA может быть с легкостью интегрирован как с лазерными системами на основе PHAROS/ORPHEUS, так и на основе титан-сапфир/TOPAS. Как и его предшественник, данный спектрометр имеет лучшие характеристики в своем классе, например, разрешение сигналов с точностью до  $10^{-5}$  и возможность работы на высоких частотах повторения (до 1 МГц) при совместном использовании с системой PHAROS/ORPHEUS. Высокая частота следования позволяет измерять динамику переходного поглощения, тогда как возбуждение образца осуществляется импульсами с очень малой энергией (это позволяет избежать эффектов аннигиляции экситонов в системах переноса энергии или нелинейной рекомбинации носителей заряда в полупроводниковых образцах).

Доступно несколько вариантов конфигурации зондирования и регистрации, начиная от самых простых и бюджетных на основе фотодиодов с регистрацией одной длины волны и заканчивая широкополосным детектированием, объединенным с зондированием с помощью континуума белого света. Функции сбора данных и управления измерениями теперь встроены в сам спектрометр и предлагают следующие улучшенные возможности регистрации:

- Один (только образец) или несколько (образец и эталон) встроенных спектральных детекторов
- Простая интеграция любого внешнего спектрографа заказчика
- Отслеживание луча и самокалибровка (вдоль оптического пути луча накачки/зондирования и в одной плоскости), а также опция автоматизированной подстройки луча
- Простое переключение между режимами измерения

переходного поглощения и переходного отражения

- Возможность объединения измерений вдоль вертикальной оси Z с измерениями переходного поглощения на одном устройстве

Кроме того, могут быть выбраны различные опции линии задержки для перекрытия интервалов от 2 нс (по умолчанию) до 8 нс, а в корпус спектрометра могут устанавливаться либо стандартный линейно-винтовой (20 мм/с), либо быстрый шарико-винтовой (300 мм/с) столики оптической задержки.

Большинство оптико-механических узлов теперь компактно собраны в корпусе HARPIA:

- Оптический модулятор, который может синхронизировать свою частоту с частотой лазерной системы или работать в свободном режиме с внутренней привязкой (по умолчанию)
- Моторизированный и откалиброванный поляризационный компенсатор Берека, который может автоматически подстраивать поляризацию луча накачки (опция)
- Моторизированный поперечно перемещаемый генератор суперконтинуума (применяется для безопасной и стабильной генерации суперконтинуума в материалах, таких как  $\text{CaF}_2$  или  $\text{MgF}_2$ ) (опция)
- Автоматизированный двумерный сканер образца, который перемещает образец в фокальной плоскости наложения зондирующего луча и луча накачки, тем самым предотвращая локальное переоблучение образца (опция)

Также новый корпус HARPIA спроектирован таким образом, что его можно совмещать с пользовательскими криостатами и/или перистальтическими насосными системами (см. схему крепления ниже).

В комплекте со спектрометром поставляется новое и улучшенное ПО с необходимыми подсказками, измерительными предустановками и пакетом разработки для конкретных решений.

В дополнение к данному ПО, HARPIA включает пакет анализа данных Carpet View для обработки полученных данных и выполнения целевого анализа, экспоненциальной подстройки, компенсации дисперсии накачки и т.д. ПО обладает простым и понятным интерфейсом и поставляется с учебным пособием по анализу данных, которое описывает плавный переход от «сырых» полученных данных к построению качественных графиков и оценке параметров на основе моделей.

СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
 ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
 ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
 СПЕКТРОМЕТРЫ  
 АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Диапазон длины волны зондирования, поддерживаемый оптикой	240 – 2600 нм
Диапазон длины волны зондирования, генератор суперконтинуума, накачка излучением 1030 нм	350 – 750 нм, 480 – 1100 нм
Диапазон длины волны зондирования, генератор суперконтинуума, накачка излучением 800 нм	350 – 1100 нм
Диапазон длины волны зондирования детектора	200 нм – 1100 нм, 700 нм – 1800 нм, 1.2 мкм – 2.6 мкм
Спектральный диапазон спектральной системы	180 нм – 24 мкм, достигается с заменяемой решеткой
Диапазон задержки	1.7 нс, 3.8 нс, 7.8 нс
Разрешение задержки	16.67/2.08 фс, 33.3/4.16 фс, 66.7/8.32 фс
Уровень шума – одиночная длина волны *	$< 10^{-5}$ (принимается длительность усреднения в точке 2 с)
Уровень шума – мультиканальное детектирование **	$< 2 \times 10^{-5}$ (принимается длительность усреднения в точке 5 с)
Частота повторения лазера	1 – 1000 Гц (частота АЦП < 2 кГц)
Временное разрешение	в 1.4 раза меньше длительности накачки или зондирующего пучка (в зависимости от того, что длиннее)
Физические габариты (Д × Ш × В)	730 × 420 × 160 мм

\* Условия испытаний: Лазер Pharos работает с частотой следования 80 кГц, источник накачки: Orpheus на 480 нм; источник зондирующего излучения 1b, спектральное устройство 3d, детектор 2a-а. Значение стандартного отклонения взято по 100 точкам измерения, взятых при фиксированной задержке. Не применительно для любых лазерных систем или образцов.

\*\* Условия испытаний: Лазер Pharos работает с частотой следования 64 кГц, источник накачки: Orpheus на 480 нм; источник зондирующего излучения 1b, спектральное устройство 3d, детектор 2b. Значение стандартного отклонения взято по 100 точкам измерения, взятых при фиксированной задержке и сигнальной длине волны 550 нм. Не применительно для любых лазерных систем, образцов или других спектральных диапазонов, покрываемых генератором суперконтинуума.

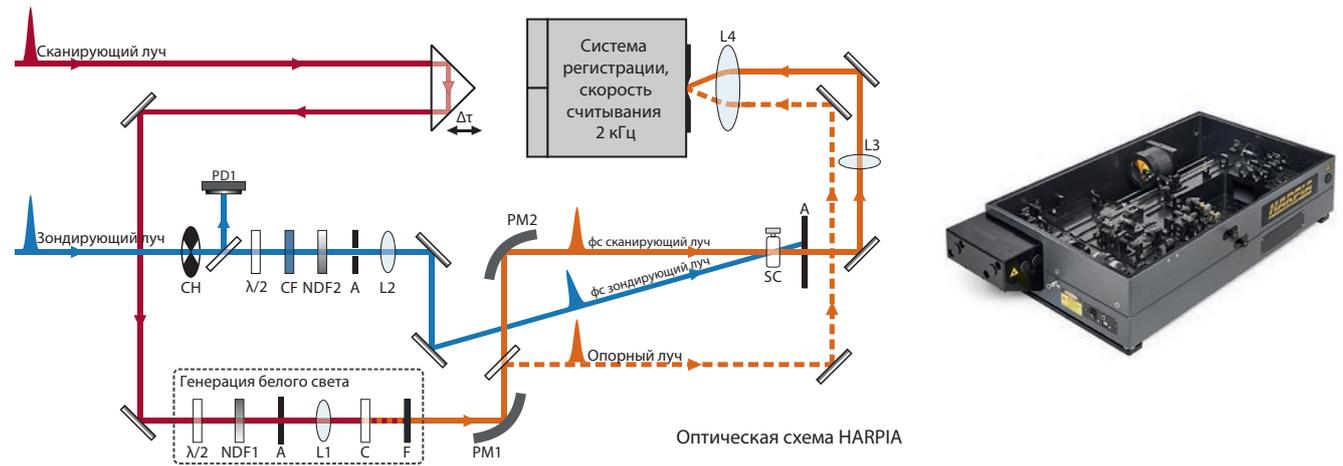
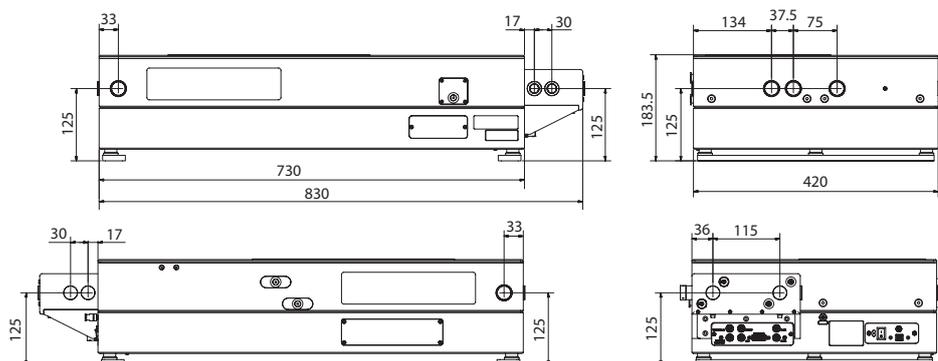


Схема крепления криостата



Габаритные размеры спектрометра HARPIA

# CHIMERA

## Флуоресцентный ап-конверсионный спектрометр для подсчета фотонов с корреляцией по времени

CHIMERA – сверхбыстрый флуоресцентный спектрометр, сочетающий в себе методы флуоресценции с корреляцией по времени. Для увеличения быстродействия флуоресценция измеряется методом ап-конверсионного преобразования: флуоресцентный луч, испускаемый образцом, смешивается в нелинейном кристалле с фемтосекундным селекторным лазерным импульсом. Временной диапазон ограничен длительностью селекторного импульса в пределах 250 фс. Для времени затухания выше 150 пс спектрометр позволяет проводить подсчет единичных фотонов с корреляцией по времени для измерения высокоточных кинетических процессов в диапазоне 200 пс – 2 мкс.

В CHIMERA применяется система подсчета единичных фотонов с корреляцией по времени от компании Becker&Hickl с разными функциями детектора.

Комбинация из двух флуоресцентных методик с корреляцией по времени позволяет сделать запись всего затухания кинетического процесса для каждой длины волны; при наличии всего массива данных можно выполнить спектральную калибровку интенсивности кинетических следов для разных длин волн во всем спектральном диапазоне.

Высокая частота следования импульсов лазерной системы PHAROS позволяет проводить измерение динамики процессов флуоресценции путем просвечивания образцов импульсами с чрезвычайно малой энергией (таким образом, исключаются эффекты экситонной аннигиляции в системах распределения энергии или нелинейной рекомбинации несущей в полупроводниковых образцах и нано-частиц). CHIMERA включает ПК с автоматизированной программой измерения «National Instruments LabView», который обеспечивает полностью управляемый, автоматический процесс флуоресцентных измерений с корреляцией по времени и пользовательскими настройками. Гибкость системы NI LabView позволяет без труда настроить программу под конкретные задачи и специальные измерения. Одним нажатием кнопки мыши можно выбрать время задержки, количество усреднений во временном спектре и настроить другие функции. Помимо программы автоматической обработки экспериментальных данных в комплект CHIMERA входит программный комплекс анализа данных CarpetView, который предназначен для проверки полученных данных и выполнения общей и частной компенсации дисперсии пробы, настроек экспоненты и т.д. Программа имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, систему обучения по анализу измерений. Она позволяет преобразовать массив исходных данных в удобные для понимания графики и параметрические функции. Все программы работают под управлением ОС MS Windows и просты в использовании. Даже новичок может приобрести навык эксперта в считанные дни!

### ОСОБЕННОСТИ

- Простая эксплуатация
- Модульная конструкция с пользовательскими настройками
- Совместимость с лазерами PHAROS, работающими с частотой следования импульсов 1 - 1000 кГц
- Встроенная система «Becker&Hickl» для подсчета единичных фотонов с временной корреляцией
- Автоматизированное спектральное сканирование и настройка ап-конверсионного кристалла для сбора спектров или кинетических следов без настройки системы
- Измерение динамики флуоресценции длительностью от сотен фс до 2 мкс
- Управление следующими параметрами пучка накачки:
  - Поляризация (пластина Берека, настраиваемая на любую длину волны, в пучке накачки)
  - Интенсивность (фильтры с переменной нейтральной плотностью в обоих пучках)
  - Задержка (излучение образца задерживается в оптической линии задержки)
  - Длина волны (накачка «как есть»), излучение пробы можно рассредоточить в спектральном устройстве
- Стандартный монохроматор Newport/Oriel Cornerstone™ - 130 USB. В качестве дополнительного оснащения существует возможность установки других монохроматоров, в том числе двойного вычитающего монохроматора для высокого временного разрешения TCSPC
- Стандартная линия задержки в 1,7 нс с использованием электроники и программного комплекса. Возможность увеличения времени излучения пробы (задержки опорного излучения) до 7,8 нс. Линия задержки встроена в корпус CHIMERA
- Зона крепления образца позволяет установить криостат или проточную систему. Держатель образца оснащен прецизионным трансляционным столиком
- В комплект входит согласующая оптика
- Программный комплекс, предназначенный для проверки полученных данных и выполнения общего и частного анализа (глобального и целевого анализа), компенсации дисперсии пробы, экспоненциальной настройки и т.д. Имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, работающий под управлением ОС MS Windows и поставляется с инструкцией для выполнения анализа данных

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Фотохимия
- Фотобиология
- Фотофизика
- Материаловедение
- Физика полупроводников
- Спектроскопия временного разрешения

**ХАРАКТЕРИСТИКИ – ап-конверсионная модификация**

Диапазон длин волн	400-1600 нм <sup>1)</sup>
Разрешение	Ограничено полосой стробирующего импульса, типичное значение около 100 см <sup>-1</sup>
Диапазон задержки	1.8 нс (3.7 нс, опционно 7.8 нс)
Шаг задержки	16.7 фс (33 фс)
Временное разрешение	1.5 x длительность импульса (420 фс со стандартным лазером PHAROS) <sup>2)</sup>
Сигнал-шум	100:1.5, принимается время накопления в точке 0.5 с <sup>3)</sup>
Монохроматор	Компании Newport/Oriel <sup>4)</sup>
Поворотное устройство кристалла	Плоскость XY: ручное управление; YZ плоскость: моторизованное управление, разрешение 0.01° (при изменении длины волны с помощью программного обеспечения согласование фаз происходит автоматически)
Программное обеспечение для проведения измерений	ChimeraSoft, на основе LabView®, служит для сбора данных и автоматизации эксперимента; Глобальный и целевой аналитический пакет для представления и вывода данных анализа. В комплект включен ПК для автоматизации эксперимента и анализа данных

<sup>1)</sup> В зависимости от стробирующего источника, может быть достигнут с другими нелинейными кристаллами  
<sup>2)</sup> Рассчитывается как полуширина генерируемого в образце ап-конверсионного белого суперконтинуумного света, или как производная от роста ап-конверсионного сигнала.  
<sup>3)</sup> Рассчитывается как стандартное отклонение по 100 точкам измерения 50 пс импульсов в жидкости Родамин 6G на ап-конверсионной длине волны 360 нм с лазером Pharos при частоте следования импульсов 150 кГц. Не применительно для любых лазерных систем или образцов.  
<sup>4)</sup> Возможны другие варианты монохроматора, такие как монохроматор с двойным вычитанием для обеспечения высокого временного разрешения.

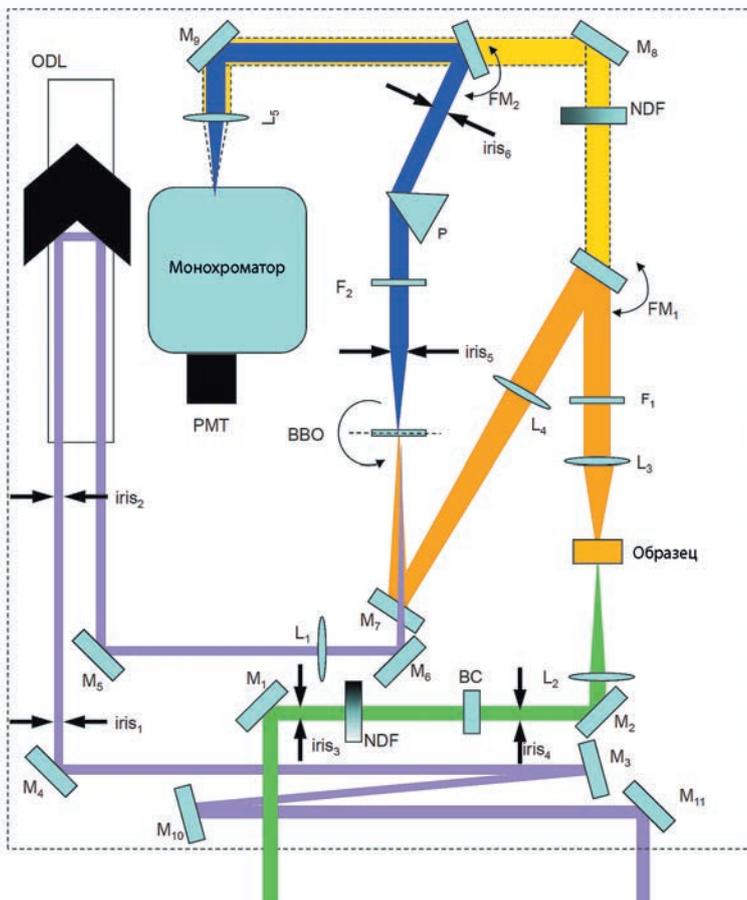
**ХАРАКТЕРИСТИКИ – модификация TCSPC**

Модуль TCSPC	Becker&Hickl SPC - 130, полностью интегрированный в ChimeraSoft
Управление детектором	Becker&Hickl DCC-100
Фотоумножитель	Стандартно Becker&Hickl PMC-100-1
Диапазон длин волн	300 – 820 нм
Собственное временное разрешение	< 200 пс
Временное разрешение с монохроматором	< 1.2 нс <sup>1)</sup>
Отношение сигнал/шум	< 100:1 принимая время накопления 5 с за след <sup>2)</sup>

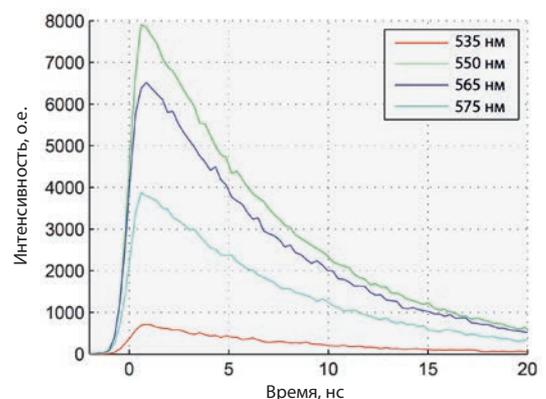
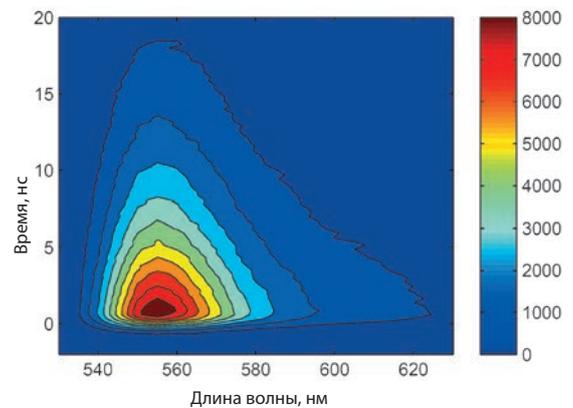
<sup>1)</sup> Рассчитывается как полуширина генерируемого в образце ап-конверсионного белого суперконтинуумного света или как производная от роста ап-конверсионного сигнала.  
<sup>2)</sup> Рассчитывается с помощью подгонки кинетического следа, измеренные в растворе Родамин 6G с многократным экспонированием, вычитая подгоночные данные и учитывая пропорцию между остаточным СКО и половиной от максимальной величины сигнала. Частота следования импульсов 250 кГц. Не применительно для любых лазерных систем или образцов.

**ГАБАРИТЫ**

Д × Ш × В	1000×800×300 мм
-----------	-----------------



Оптическая схема спектрометра CHIMERA



Затухание флуоресценции красителя родамин 6G в этиловом спирте

Данные собирались с накоплением в 5 секунд на одну линию (общее время эксперимента 2 мин).  
 Накачка: 250 кГц, 514 нм, 12 нДж

# HERA

## Эксклюзивный два-в-одном спектрометр накачки-зондирования/флуоресцентный ап-конверсионный/для подсчета фотонов с корреляцией по времени (TCSPC)

new



Данный универсальный спектрометр объединяет в себе лучшие качества спектрометров HARPIA и CHIMERA в одной установке. Спектрометр HERA выполнен на основе модифицированной конструкции HARPIA с дополнительной приставкой для проведения флуоресцентных измерений с разрешением по времени. В общем, данная система может рассматриваться как миниатюрная лаборатория, позволяющая заниматься наиболее популярными экспериментами в области спектроскопии с разрешением по времени. HERA помогает понимать природу сложных фотофизических и фотохимических свойств исследуемых образцов и предоставляет широкий спектр исследовательских возможностей, включая:

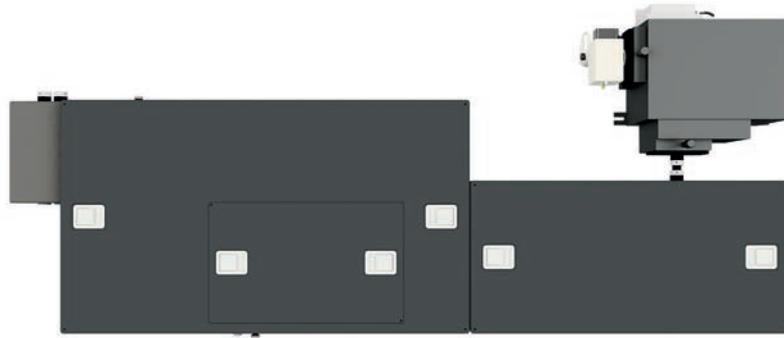
- Фемтосекундное переходное поглощение
- Фемтосекундное переходное отражение
- Фемтосекундная флуоресцентная ап-конверсия
- Подсчет единичных фотонов с корреляцией по времени в пс и мкс временном диапазоне (TCSPC)
- Автоматические измерения сигналов зависимости интенсивности переходного поглощения и флуоресценции

Переключение между различными экспериментальными конфигурациями полностью автоматизировано и требует минимального вмешательства со стороны пользователя. Оптическая схема HERA усовершенствована таким образом, чтобы реализовать прибор как можно более малых размеров (см. габаритный чертеж ниже), а также предоставить простой и понятный пользовательский интерфейс и эргономичность работы. Несмотря на малые габаритные размеры, HERA может быть с легкостью кастомизирован для решения конкретных исследовательских задач.

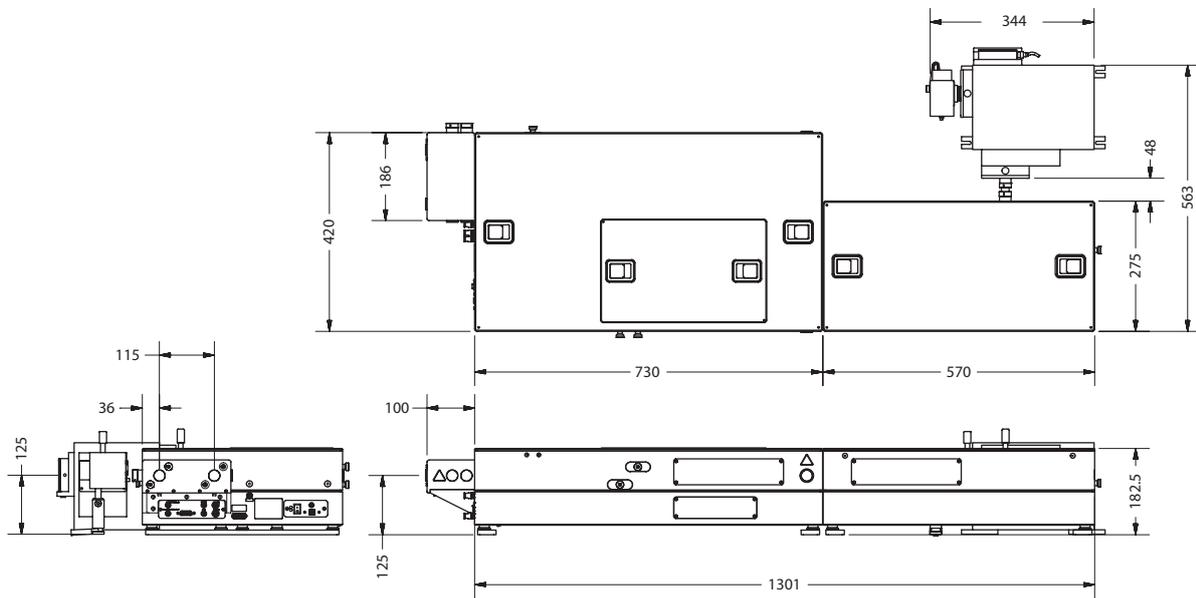
Все эксперименты, выполняемые на HERA, управляются с помощью нового и улучшенного программного обеспечения с необходимыми подсказками, с возможностью предустановки параметров измерения и с дополнительными пакетами разработки. В дополнение к управляющему программному обеспечению, HERA оснащена пакетом CarpetView для анализа полученных данных и проведения общего и частного анализа, компенсации дисперсии луча зондирования, экспоненциальной подстройки и т.д. Программа имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, позволяет преобразовывать массив исходных данных в удобные для понимания графики и параметрические функции. Программа работает под управлением ОС MS Windows и проста в использовании. Даже новичок может приобрести навык эксперта в считанные дни!

### ОСОБЕННОСТИ

- Первая и уникальная в своем роде всесторонняя спектроскопическая система с временным разрешением
- Компактный дизайн
- Простота управления и ежедневного обслуживания
- Легкое переключение между различными режимами измерения
- Может включать в свой состав некоторые периферийные узлы системы HARPIA:
  - Оптический модулятор для измерений методом накачки-зондирования
  - Моторизованное управление поляризацией луча накачки
  - Моторизованное управление интенсивностью луча накачки
  - Автоматизированный двумерный сканер образца, который перемещает образец в фокальную плоскость наложения зондирующего луча и луча накачки
- Автоматизированное спектральное сканирование и подстройка ап-конверсионного кристалла при измерении в режиме ап-конверсионной флуоресценции – сбор спектров или кинетических дорожек без подстройки системы
- Измерение динамики переходного поглощения/отражения длительностью от сотен фс до 8 нс
- Измерение динамики флуоресцентных процессов длительностью от сотен фс до 2 мкс
- Встроенная система «Becker&Hickl» для подсчета единичных фотонов с корреляцией по времени для измерения ап-конверсии и времени жизни флуоресценции
- Возможность совместной работы с высокочастотными лазерными системами PHAROS (50 – 1000 кГц)
- Стандартный Andor Kymera 193i USB монохроматор-спектрограф (по умолчанию). Также доступна установка других монохроматоров, например, двойного монохроматора с вычитанием дисперсии для обеспечения высокого временного разрешения в режиме TCSPC
- Стандартная линия задержки в 2 нс с использованием электроники и полного программного комплекса. Возможность увеличения времени задержки сканирующего луча/сигнала флуоресценции до 8 нс. Линия задержки встроена в корпус HERA
- Зона крепления образца позволяет установить криостат или проточную систему. Держатель образца оснащен прецизионным трансляционным столиком



Спектрометр HERA – вид сверху



Габаритные размеры спектрометра HERA

# Программное обеспечение CarpetView

CarpetView – это программное обеспечение, предназначенное для исследования, отображения и анализа данных сверхбыстрой спектроскопии.

Программа поставляется в двух вариантах:

- **Classical:** предназначена для использования с данными спектроскопии поглощения и флуоресцентной спектроскопии с разрешением по времени
- **3D:** разработана для использования с данными от 2D электронной спектроскопии (2DES) и флуоресцентными изображениями в режиме реального времени (FLIM)

Функции отображения включают в себя:

- Обзор Ваших данных (флуоресцентных или с временным разрешением) в виде контурного графика
- Выбор кликом мыши временных или спектральных сечений
- Сравнение нескольких временных спектров или кинетических дорожек на одном графике
- Экспорт полученных графиков в растровое изображение или метафайлы
- Экспорт полученных графиков в формат ASCII
- Линейная и полулогарифмическая временная шкалы при получении кинетических дорожек для отслеживания спектральных изменений, происходящих в течение нескольких порядков времени

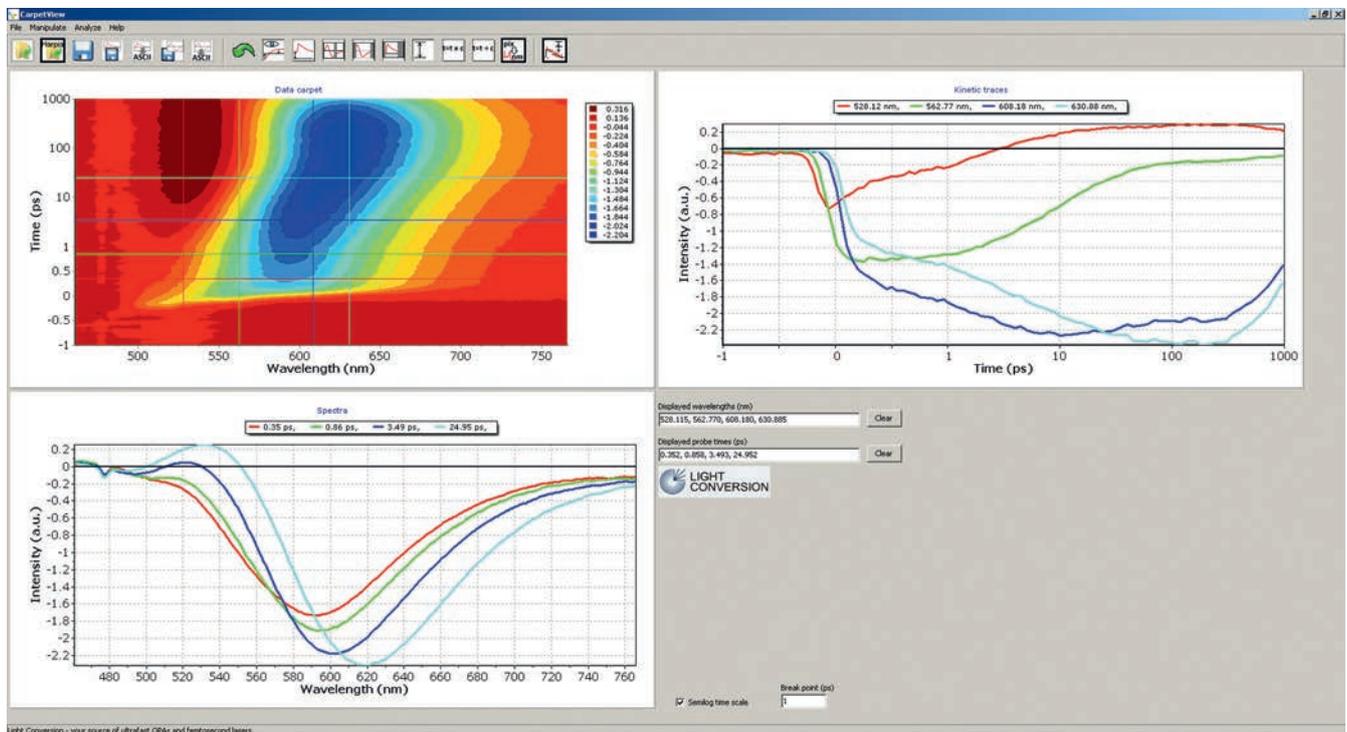


Рис. 1. Вид окна программы CarpetView (версия Classical)

Кроме отображения данных, Вы также можете выполнять некоторые простые действия, например:

- Коррекция чирпа зондирующего света
- Соединение двух файлов данных, полученных в разных спектральных диапазонах
- Ограничение или удаление зашумленного спектра или временного интервала
- Вычитание нулевого сигнала
- Калибровка спектра с помощью опорного спектра поглощения, измеренного на Вашей собственной установке
- Смещение или масштабирование времени зондирования
- Изменение шкал длин волн в волновых числах ( $\text{см}^{-1}$ ), электрон-вольтах (эВ) или нанометрах (нм)
- Сглаживание спектров для уменьшения шумов

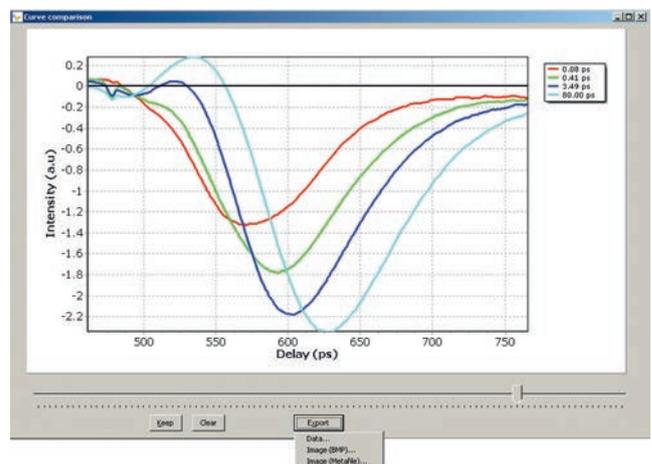


Рис. 2. Окно просмотра спектральных данных

СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ  
 ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
 ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
 ПРИБОРЫ СЕРИИ TORAS  
 СПЕКТРОМЕТРЫ  
 АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

### ОБЩИЙ И ЧАСТНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Мощное аналитическое оборудование предоставляет возможность корректировки Ваших спектральных данных. Данные анализируются с помощью задаваемых пользователем многомерных моделей, в которых отдельные модели взаимосвязаны с помощью систем линейных дифференциальных уравнений.

Корректировка также позволяет включать коррекцию чирпа зондирующего света в данные, выполняя обратную свертку с гауссовой функцией.

- Графическое построение модели

- Расчет первоначальных параметров дисперсионной кривой с помощью одного клика
- Применение весовой функции
- Полный обзор результатов корректировки, включая классификацию выборки, классификацию спектров по принадлежности, подгонка по кривым, наложенным на полученные данные
- Создание отчетов
- Экспорт данных в формат ASCII
- Экспорт корректирующих графиков в растровое изображение или метафайлы

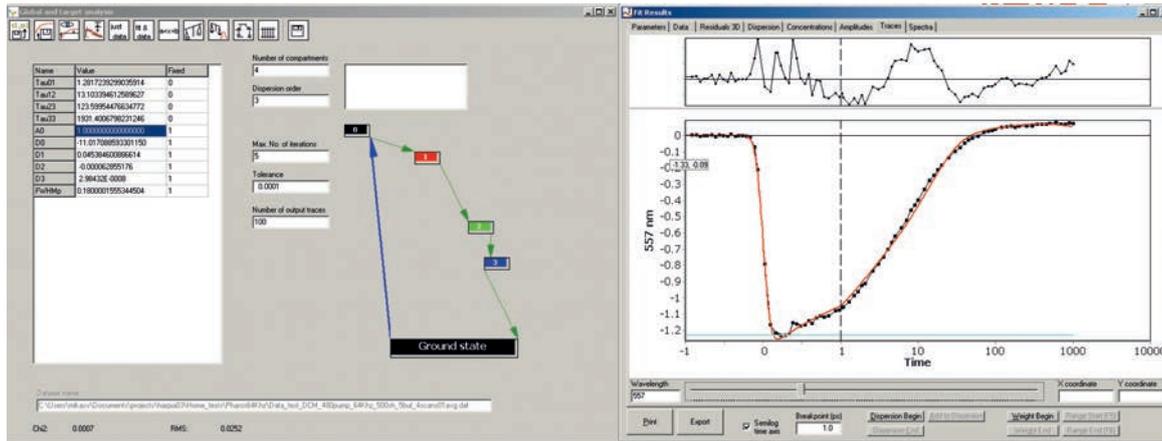


Рис. 3. Окно общего и частного анализа данных

### ВОЗМОЖНОСТИ ВЕРСИИ 3D:

- Все вышеуказанные опции версии *Classical*
- Позволяет исследовать, отображать и анализировать трехмерные данные, полученные с помощью 2DES и FLIM
- Выполнение общего и частного анализа как по всему 3D-массиву, так и по отдельным сечениям
- Действия с данными:
  - Группировка
  - Осевое масштабирование
  - Извлечение двумерных данных

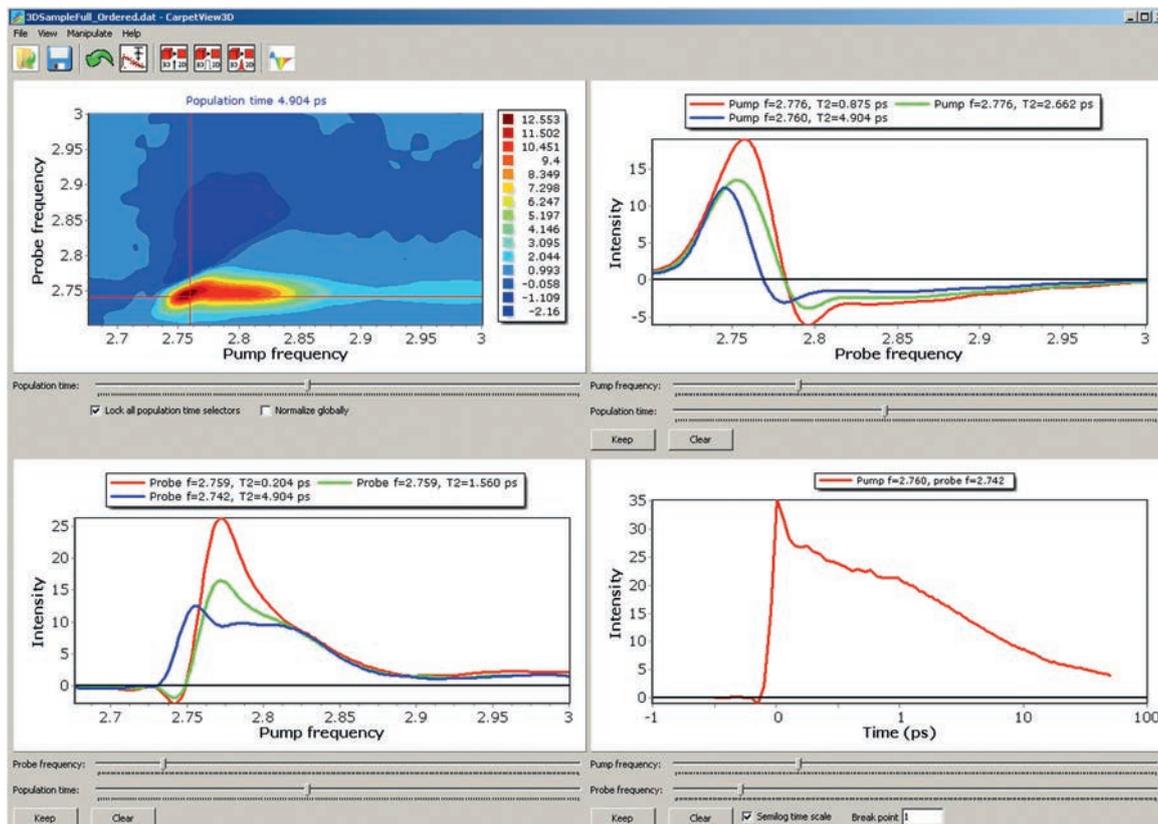


Рис. 4. Вид окна программы CarpetView (версия 3D)

**Geco**

new

## Сканирующий автокоррелятор



### ОСОБЕННОСТИ

- Измерение длительности импульсов в диапазоне 10 фс – 20 пс
- Оптика, оптимизированная под рабочий диапазон 500 – 2000 нм
- Линия задержки с высоким разрешением, управляемая линейной обмоткой
- Встроенное ПО для анализа длительности импульсов
- Встроенный контроллер и мини-компьютер
- Недисперсионное поляризационное управление
- Система готова к измерениям методами FTIR и FROG

Принцип действия автокоррелятора GECO основан на неколлинеарной генерации второй гармоники в нелинейном кристалле, которая формирует след автокорреляции в соответствии с продолжительностью действия входного лазерного импульса. Часть основного импульса задерживается с помощью магнитного линейного позиционного столика, обеспечивающего быстрое и надежное перемещение с разрешением < 0.15 фс. GECO может зарегистрировать полный след автокорреляции импульса длительностью от 10 фс до 20 пс в диапазоне длин волн 500 – 2000 нм.

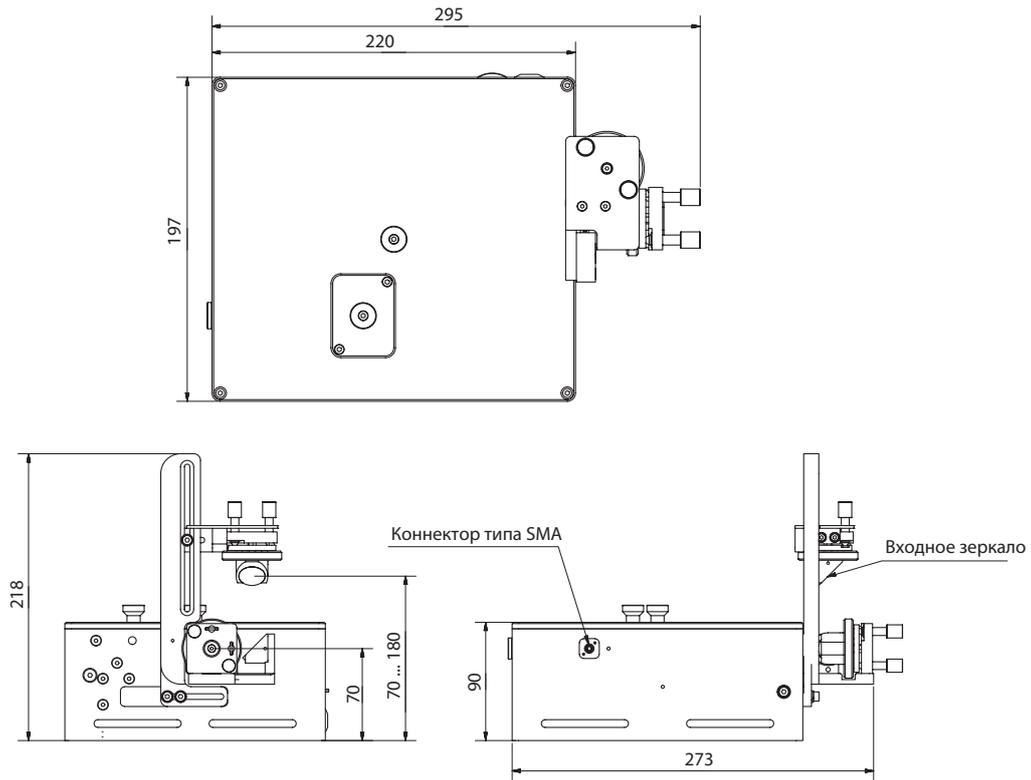
Данный автокоррелятор имеет возможность подстройки угла неколлинеарности и с легкостью может быть перестроен в коллинеарную установку, позволяющую проводить интерферометрические автокорреляционные измерения, которые особенно полезны для импульсов длительностью порядка 10 фс. Оба канала прибора обладают одинаковыми значениями дисперсии, что обеспечивает получение наиболее

точных результатов. Также имеется возможность изменения конфигурации GECO на интерферометр Майкельсона путем замены и удаления нескольких элементов – это позволяет пользователю проводить измерения методом FTIR или другими желаемыми методами.

GECO поставляется совместно со специализированным программным обеспечением для анализа импульсов, которое обеспечивает простое и точное измерение длительности импульсов. Также в автокоррелятор встроен мини-компьютер с коммуникационными портами. Установка соединения осуществляется по протоколу TCP/IP, которые гарантируют безотказную работу прибора. В дополнение сам прибор и программное обеспечение имеют потенциал для генерации следов FROG, при условии, что внешний спектрометр подключен к коннектору типа SMA. ПО также может быть адаптировано под конкретные задачи пользователя.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон длин волн	500 – 2000 нм
Временное разрешение	0.13 фс/шаг
Измеряемая длительность импульсов	10 – 20000 фс
Минимальная требуемая входная мощность	2 – 200 мВт при 1 – 1000 кГц
Скорость сканирования	5 сканов/секунду при 1 – 1000 кГц
Детектор	Кремниевый фотодиод



Габаритные размеры автокоррелятора GECO



# TiPA

## Одноточечный автокоррелятор



### ОСОБЕННОСТИ

- Измерение длительности импульсов в диапазоне 30 фс – 1 пс
- Оптика, оптимизированная под рабочий диапазон 500 – 2000 нм
- Измерение наклона фронта импульса
- Компактный дизайн
- Высокоскоростная 12-разрядная ПЗС-камера
- ПО для анализа длительности импульсов

TiPA – незаменимый инструмент для настройки лазерных систем ультракоротких импульсов на основе метода усиления чирпированного импульса. Его уникальная конструкция позволяет проводить мониторинг и измерение длительности импульса, а также крутизну фронта импульса, в вертикальной и горизонтальной плоскостях. TiPA – простой и точный инструмент для измерения крутизны фронта импульсов. В основе принципа действия TiPA лежит генерация неколлинеарной второй гармоники (SH), пространственное

распределение пучка SH содержит информацию о временной форме основного импульса. Данная технология сочетает слабый фон и одноточечное измерение. Основная идея состоит в том, чтобы две копии основного ультракороткого импульса неколлинеарно пропустить через нелинейный кристалл, в котором происходит генерация гармоники SH. Ширина пучка SH и его крутизна в плоскости, перпендикулярной направлению распространения, информируют о длительности и крутизне фронта самого импульса. Пучок SH записывается встроенной CCD камерой.

TiPA поставляется с программным комплексом для мониторинга входных параметров импульсов в режиме онлайн.

### Модели TiPA\*

Модель	Рабочий диапазон длин волн, нм
AT1C1	700 – 900 нм
AT2C1	900 – 1100 нм
AT5C3	500 – 2000 нм

\* Нестандартные модели доступны по запросу

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Спектральный диапазон	500 – 530 нм	530 – 700 нм	700 – 2000 нм
Временное разрешение	~500 фс/мм		
Измеряемая длительность импульса	40 – 120 фс	40 – 1000 фс	30 – 1000 фс
Минимальная средняя мощность излучения	~5 мВт	~5 мВт	~1 мВт
Детектор	CCD		

### ХАРАКТЕРИСТИКИ CCD

Максимальное разрешение	1296 (Ш) x 964 (В)
Размер пикселя	3.75 мкм x 3.75 мкм
АЦП	12 бит
Спектральный отклик*	0.35 - 1.06 мкм
Потребляемая мощность через USB интерфейс	2 Вт (макс.) при 5 В

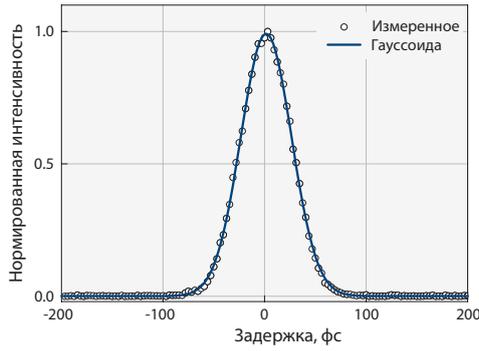
\* Для входного окна, изготовленного из стекла

### ГАБАРИТЫ

Полные габариты	123 (Ш) x 155 (Д) x 68 (В) мм
Рекомендуемая площадка для фиксации	212 (Ш) x 256 (Д) мм
Высота измеряемого луча	100 – 180 мм

СВЕРХБЫСТРЫЕ ЛАЗЕРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ  
ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК  
ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ  
ПРИБОРЫ СЕРИИ TOPAS  
СПЕКТРОМЕТРЫ  
АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

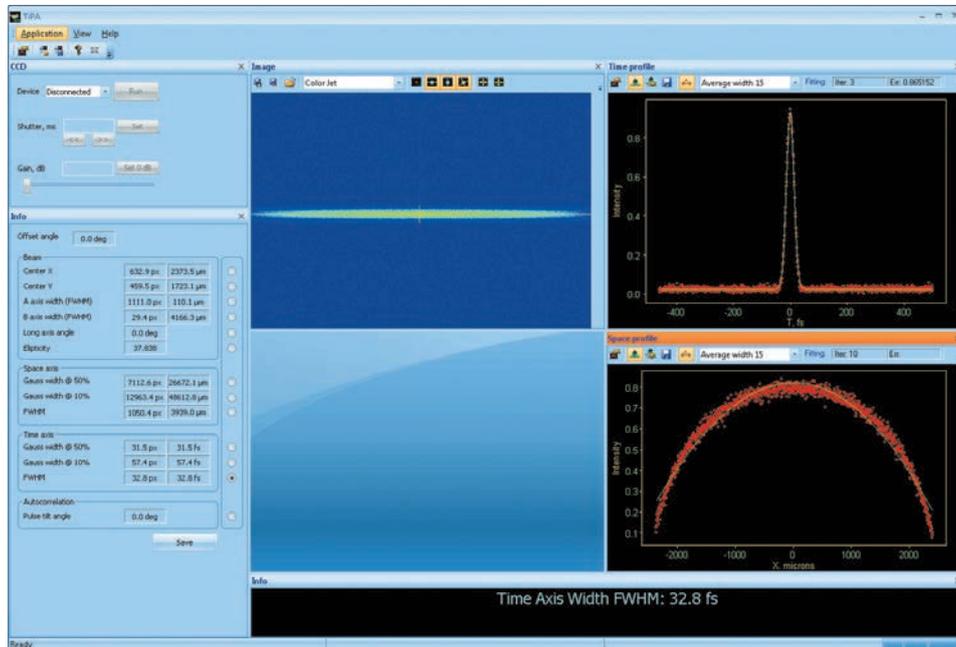
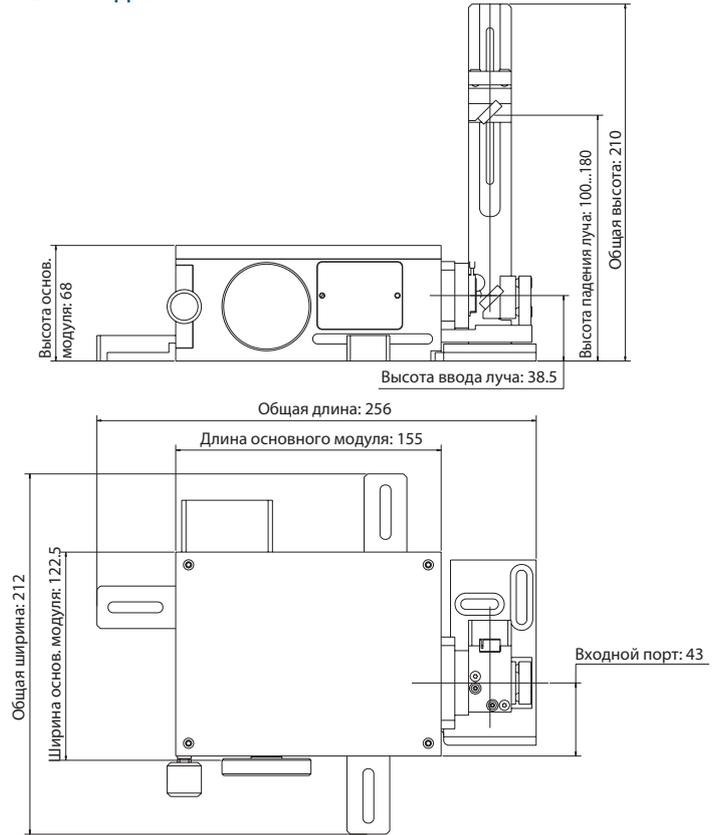
**ПРИМЕР АВТОКОРРЕЛЯЦИИ С АППРОКСИМАЦИЕЙ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ**



Автокорреляция сигнальной волны в системе TOPAS на 1700 нм (накачка 40 фс)

MEASUREMENT INFO

Gaussian Width:	18.8 px – 58.8 fs
FWHM Width:	19.2 px – 59.8 fs
Gaussian Pulse Duration:	41.6 fs
Sech <sup>2</sup> Pulse Duration:	38.2 fs
Pulse Tilt:	-0.210 deg



Вид окна программы одноточечного автокоррелятора TIPA  
 Управление ПЗС и информационная панель находятся слева; изображение, получаемой ПЗС – посередине;  
 обработанный временной профиль изображения в виде гауссоиды и обработанный пространственный профиль  
 изображения – справа, сверху и снизу соответственно.

СВЕРХЫБЫСТРЫЕ  
ЛАЗЕРЫ

ГЕНЕРАТОРЫ

ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК

ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ  
УСИЛИТЕЛИ

ПРИБОРЫ СЕРИИ  
TOPAS

СПЕКТРОМЕТРЫ

АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ

СВЕРХЫСТРЫЕ  
ЛАЗЕРЫ

ГЕНЕРАТОРЫ

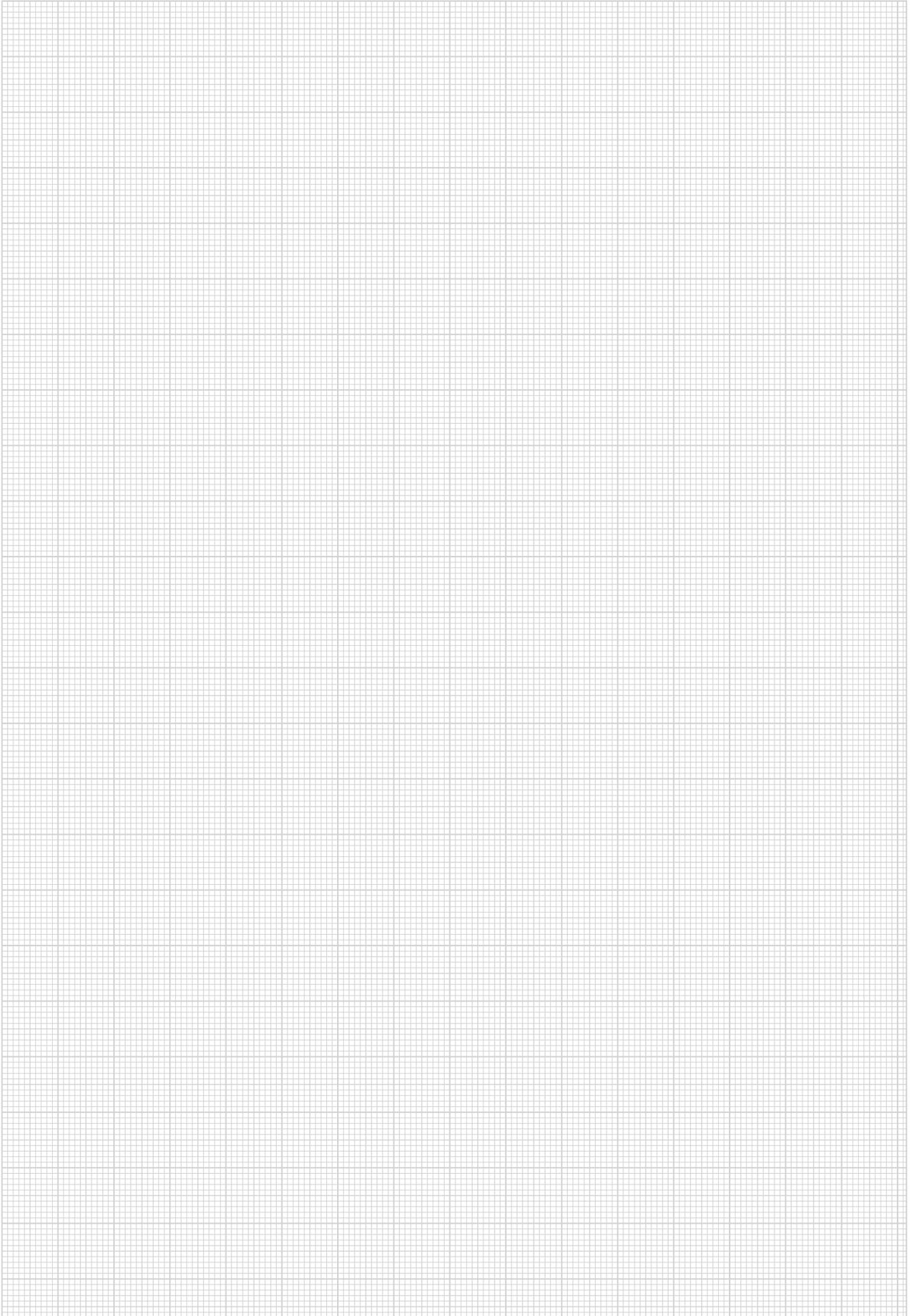
ГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИК

ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ  
УСИЛИТЕЛИ

ПРИБОРЫ СЕРИИ  
TORAS

СПЕКТРОМЕТРЫ

АВТОКОРРЕЛЯТОРЫ



Интерактивный калькулятор  
для ученых и инженеров

[toolbox.lightcon.com](http://toolbox.lightcon.com)



Запутались в вычислениях?

Попробуйте наше приложение!



UAB MGF Šviesos konversija  
(Light Conversion)  
Keramiku 2B  
LT-10233 Vilnius  
Lithuania

Tel.: +370 5 2491830  
Website: [www.lightcon.com](http://www.lightcon.com)  
Sales: [sales@lightcon.com](mailto:sales@lightcon.com)  
OPA support: [support@lightcon.com](mailto:support@lightcon.com)  
Laser support: [lasers@lightcon.com](mailto:lasers@lightcon.com)



лабораторное оборудование

Представительство Light Conversion Ltd. в России:  
ООО "ПромЭнерголаб" Тел.: +7 (495) 22-11-208  
Россия, 8 (800) 23-41-208  
107392, г. Москва, E-mail: [info@czl.ru](mailto:info@czl.ru)  
ул. Просторная, 7 Сайт: [www.czl.ru](http://www.czl.ru)