

*Модульный нелинейно-оптический лазерный  
комплекс по исследованию спектральной  
перестройки частоты на основе  
параметрических процессов*

*Агишев И.Н., Горбач Д.В., Мельникова Е.А.,  
Толстик А.А.*



*Белорусский  
государственный  
университет*

Тенденции развития лазерных технологий в последние десятилетия определяют переход к лазерным системам с перестраиваемой по частоте генерацией. Среди методов перестройки частоты следует отметить использование параметрических генераторов света. Параметрические генераторы производятся в ряде стран, однако выпускаемое оборудование, в соответствии с требованиями действующих стандартов и норм по лазерной безопасности, ограничивает доступ пользователей к отдельным элементам лазеров и не предназначено для целей обучения. Для решения этой проблемы в Белорусском государственном университете совместно с белорусско-японским предприятием «ЛОТИС-ТИИ» разработан и внедрен в учебный процесс модульный нелинейно-оптический лазерный комплекс по исследованию спектральной перестройки частоты на основе параметрических процессов.

## Состав комплекса:

- Задающий лазера ЛН – 2245У
- Приставка-преобразователь излучения ВГ НГ-SУ,
- Приставка-преобразователь излучения ТГ НГ-ТУ,
- Параметрический генератор света ЛТ-2215У (ОРО),
- Измеритель энергии лазерного излучения Ophir.
- Спектрометр S 100

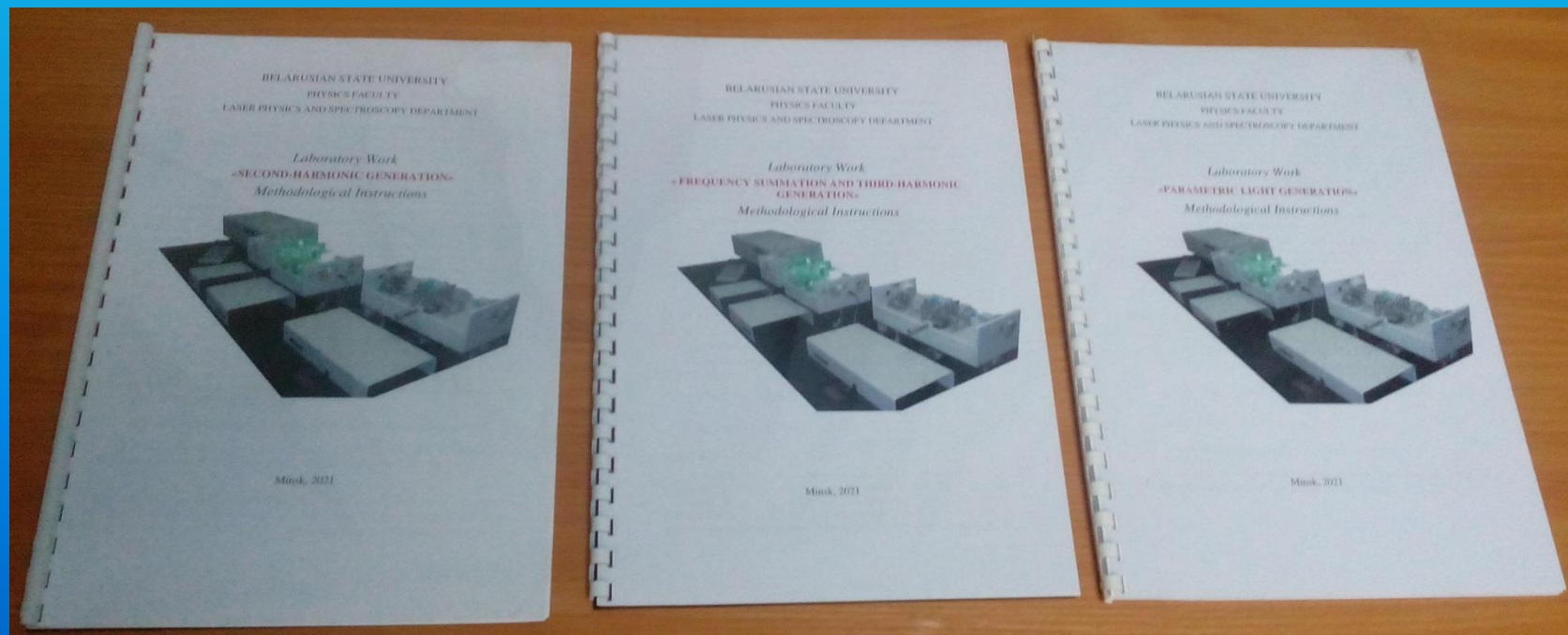


# Основные технические параметры комплекса

Наименование параметра, единица измерения	Номинальное значение	Примечание
Длина волны излучения, нм ОЧ ВГ ТГ	1064 532 355	
Область перестройки длины волны генерации $\Delta\lambda$ , нм SW IW	400 -709 711-2400	При энергии импульса ТГ 80-100 мДж
Энергия импульса излучения, мДж ОЧ ВГ ТГ	$\leq 300$ 180/140* 120/85**	*180 мДж при использовании кристалла КТР, 140 мДж – LBO, **120 мДж –LBO , 85 мДж – KD*P
Эффективность преобразования ПГС излучения накачки (ТГ) в максимуме генерации, % SW+IW SW	30 20	При энергии накачки 100 мДж, частоте повторения импульсов 10 Гц и длительности импульса 15 нс
Длительность импульса излучения по уровню 0,5 $\tau_{0,5}$ , нс	10-15	
Диаметр пучка лазерного излучения, мм	$\leq 6$	

# Модульный нелинейно-оптический лазерный комплекс позволяет выполнить следующие лабораторные работы:

- 1 «Генерация второй гармоники»,
- 2 «Сложение частот и генерация третьей гармоники»,
- 3 «Параметрическая генерация света».



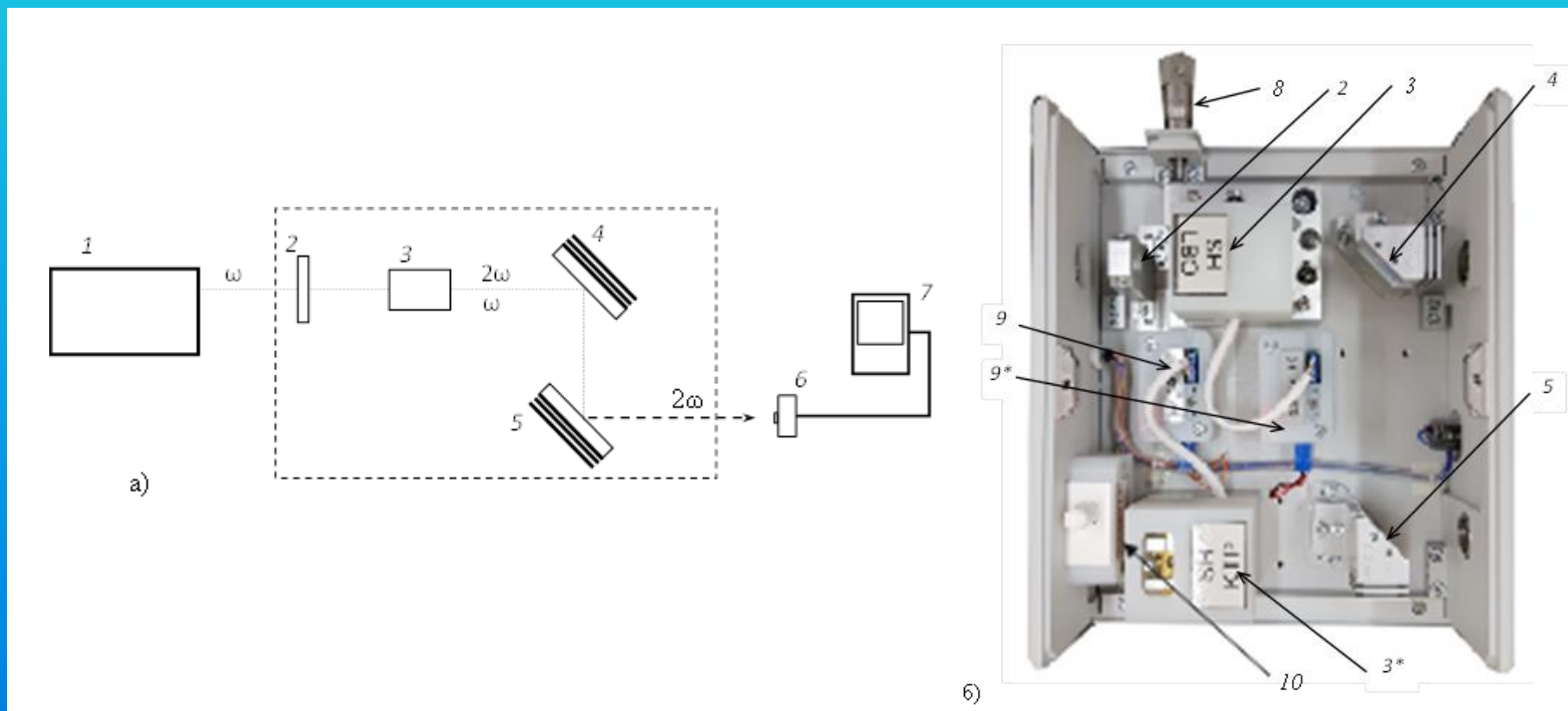
# Генерация второй гармоники

## Цель работы:

- Ознакомиться с явлением генерации второй гармоники лазерного излучения;
- измерить зависимости интенсивности второй гармоники от угла ориентации кристаллов [триборат лития  $\text{LiB}_3\text{O}_5$  (LBO) с первым типом взаимодействия и титанил фосфата калия  $\text{KTiOP}_4$  (КТР) со вторым типом взаимодействия];
- измерить зависимости интенсивности второй гармоники от интенсивности излучения на основной частоте генерации лазера;
- рассчитать энергетические и угловые характеристики преобразования излучения во вторую гармонику для различных типов взаимодействия;
- сравнить теоретические и экспериментальные результаты для обоих кристаллов.

# Генерация второй гармоники

Оптическая схема установки для изучения явления генерации второй гармоники (а) и внешний вид со снятой крышкой приставки – преобразователя второй гармоники G-SY (б)



1 – лазер накачки; 2 – вращатель; 3 – термостат с кристаллом LBO; 3\* – термостат с кристаллом КТР; 4, 5 – спектроделители 1064/532 нм; 6 – датчик измерителя энергии; 7 – измеритель; 8 – микровинт; 9, 9\* – драйверы термостатов; 10 – кнопка защитной блокировки, 11 – экран.

# Сложение частот и генерация третьей гармоники

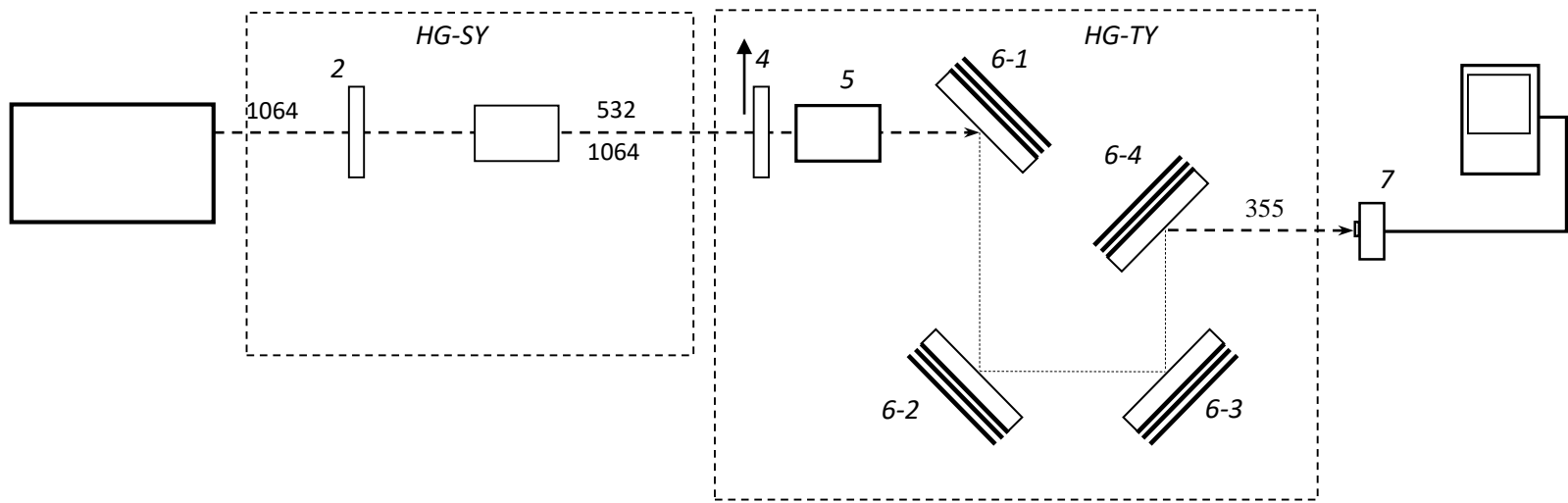
## Цель работы:

- на примере генерации третьей гармоникой ознакомиться с явлением генерации суммарной частоты при параметрических процессах в средах с квадратичной нелинейностью;
- измерить зависимости интенсивности третьей гармоникой от угла ориентации кристаллов [триборат лития  $\text{LiB}_3\text{O}_5$  (LBO) с первым типом взаимодействия и дидейтерофосфат калия  $\text{KD}_2\text{PO}_4$  ( $\text{KD}^*\text{P}$ ) со вторым типом взаимодействия];
- измерить зависимости интенсивности третьей гармоникой от интенсивности излучения на основной частоте генерации лазера и частоте второй гармоникой;
- рассчитать энергетические и угловые характеристики преобразования излучения в третью гармонику для различных типов взаимодействия;
- сравнить теоретические и экспериментальные зависимости для обоих кристаллов.



# Сложение частот и генерация третьей гармоники

Оптическая схема установки для изучения явления генерации третьей гармоники

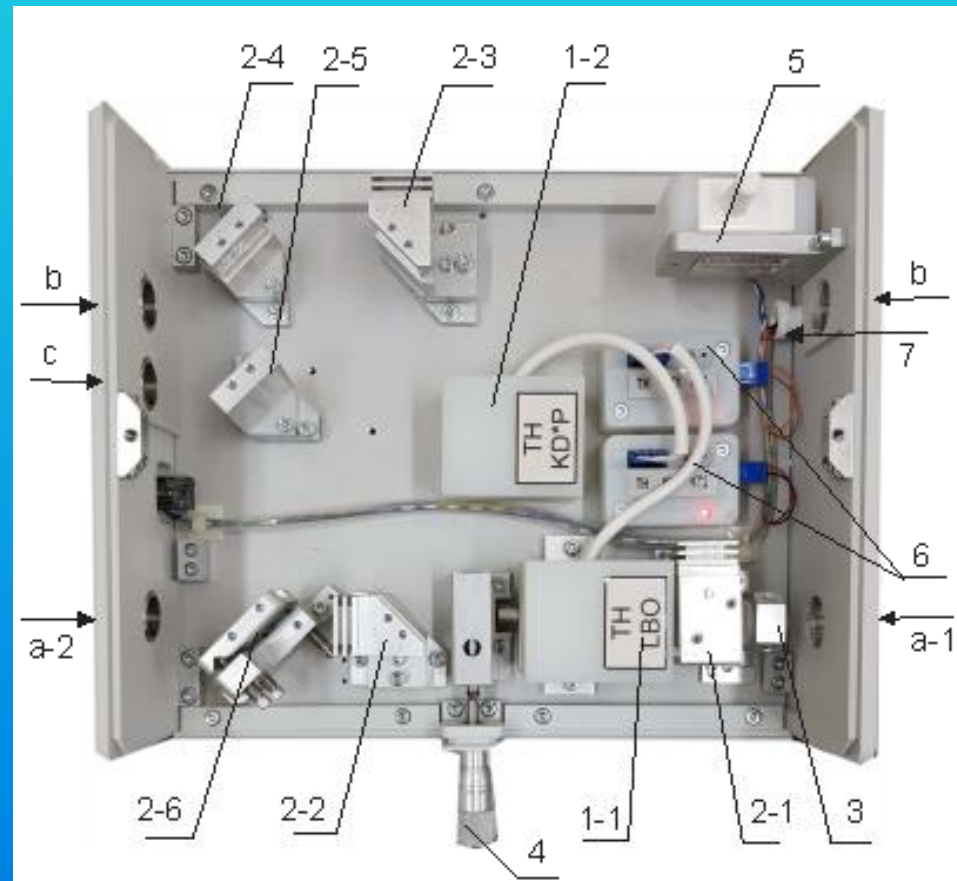


1 – лазер накачки; 2 – вращатель (обеспечивает две равные компоненты с вертикальной (o) и горизонтальной (e) поляризациями основной частоты для *eo*e взаимодействия в кристалле KDP); 3 – термостат с кристаллом KTP; 4 - вращатель (поворачивает плоскость поляризации ВГ на 360°, а ОЧ на ~ 90°), 5 – кристаллы KD\*P или кристалл LBO; 6 – спектроделители 1064/532 нм; 7 – датчик измерителя энергии

# Сложение частот и генерация третьей гармоники

## Внешний вид НГ-ТУ для изучения генерации третьей гармоники

1 - термостаты с кристаллами третьей гармоники; 2 – спектроделители 355/1064,532 нм; 3 – вращатель;  
4 – микровинт подстройки угла фазового синхронизма; 5 – кнопка защитной блокировки; 6 – драйверы термостатов;  
7 – кабель дежурного питания и блокировки; а-1 – входная апертура приставки; а-2 – отверстие для установки юстировочной диафрагмы; в – отверстия для входа и выхода излучения второй гармоники (532 нм); с – выходная апертура третьей гармоники



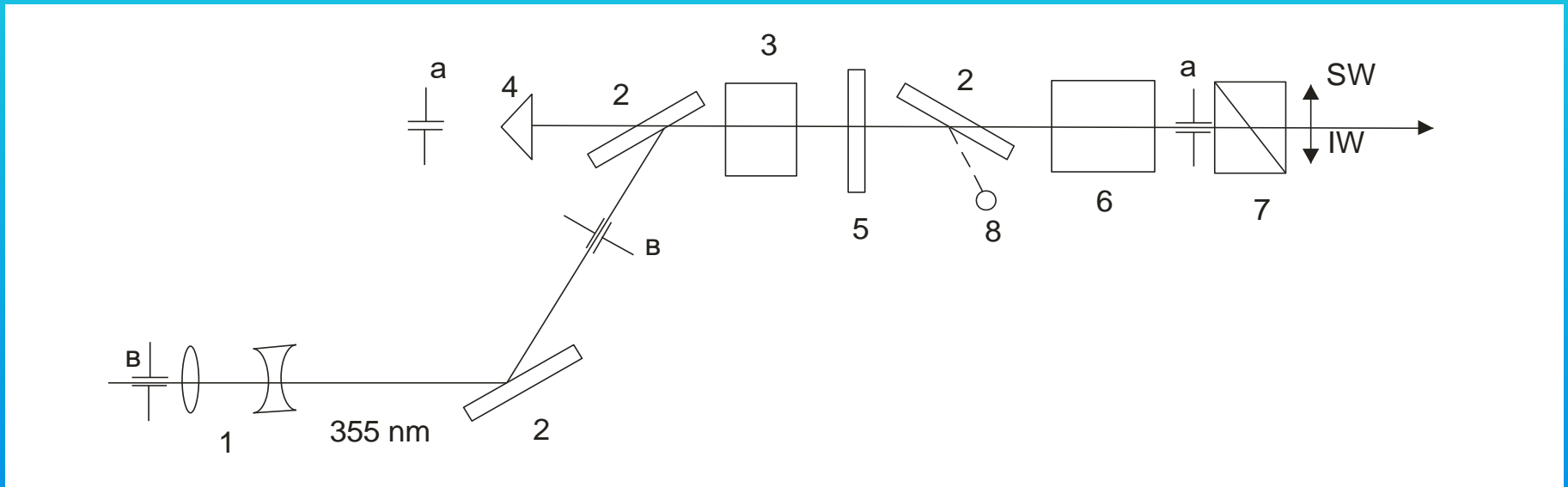
# Параметрическая генерация света

## Цель работы:

- ознакомиться с явлением параметрической генерации света и принципом работы параметрического генератора на кристалле бета-борат бария;
- исследовать метод угловой перестройки частоты параметрического генератора в кристалле ВВО, вырезанном для преобразования по второму типу (eoe) коллинеарного синхронизма;
- определить диапазон перестройки при различных интенсивностях накачки;
- определить порог генерации и измерить зависимости интенсивности генерации на различных частотах от интенсивности третьей гармоники.

# Параметрическая генерация света

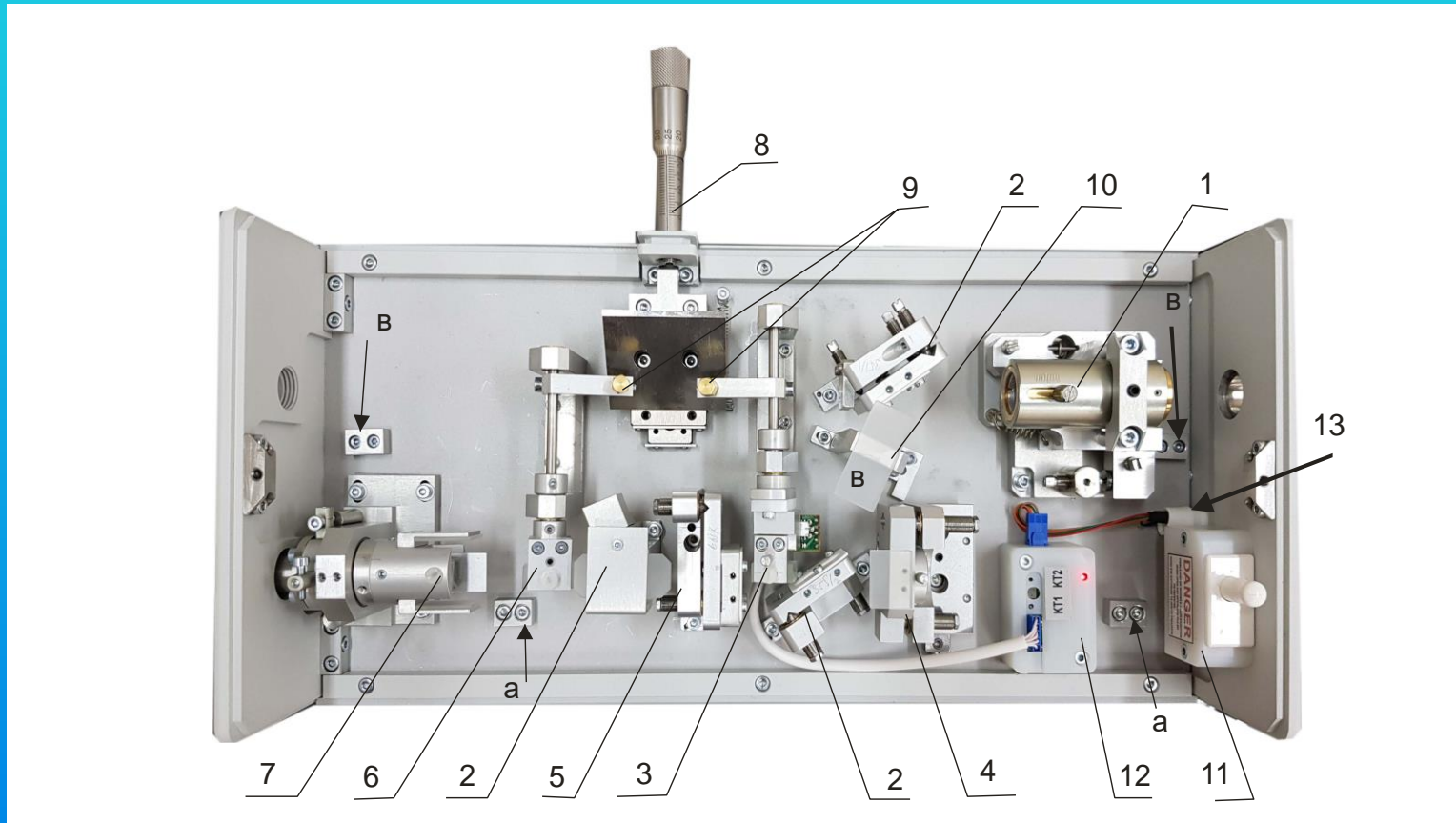
## Оптическая схема параметрического генератора света LT-2215Y



1 – фокусирующий телескоп; 2 – поворотные спектроделительные зеркала;  
3 – кристалл ВВО; 4 – призма; 5 – зеркало; 6 – компенсатор; 7 – призма Глана;  
8 – ловушка поглотитель; а – диафрагмы юстировочные ОРО; в – диафрагмы юстировочные излучения накачки.

# Параметрическая генерация света

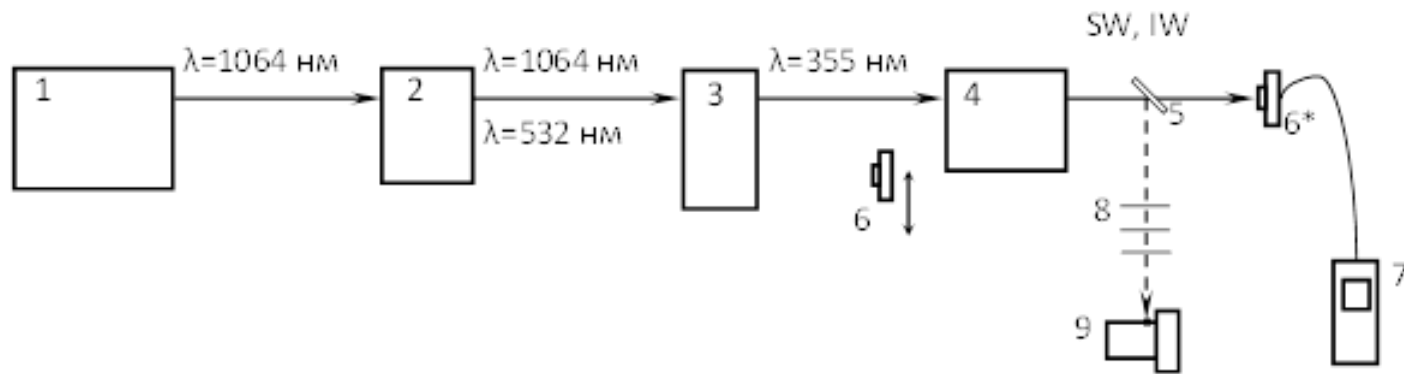
## Внешний вид параметрического генератора света LT-2215Y



1 – фокусирующий телескоп; 2 – поворотные спектроразделительные зеркала; 3 – кристалл ВВО; 4 – призма; 5 – зеркало; 6 – компенсатор; 7 – призма Глана; 8 – микрометрический винт; 9 – винты подстройки длины волны; 10 – держатель диафрагмы; 11 – кнопка защитной блокировки; 12 – драйвер нагревателя ВВО; 13 – кабель питания; а, в – планки для установки юстировочных диафрагм

# Параметрическая генерация света

## Схема установки для изучения параметрической генерации света



1 – лазер на иттрий-алюминиевом гранате LS-2145Y, 2 –преобразователь излучения во вторую гармонику HG-SY, 3 –преобразователь излучения в третью гармонику HG-TY, 4 –параметрический генератор света, 5 – стеклянная пластинка, 6 – датчик измерителя энергии, 7 – измеритель энергии лазерного излучения, 8 – оптические ослабители, 9 – спектрометр S100

# Заключение

Модульный нелинейно-оптический лазерный комплекс внедрен в учебный процесс на физическом факультете Белорусского государственного университета и позволяет на современном научно-техническом уровне изучить и освоить на практике методы перестройки частоты лазерного излучения посредством генерации гармоник и параметрического преобразования излучения.

Технические характеристики комплекса позволяют не только обеспечить потребности учебного процесса, но и использовать его в научных исследованиях для селективного возбуждения молекул, записи стационарных и динамических интерференционных структур.

СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!