



КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ
И СПЕКТРОСКОПИИ

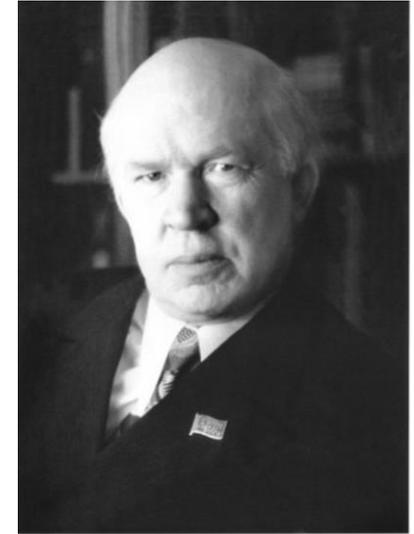
КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И
СПЕКТРОСКОПИИ



КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И СПЕКТРОСКОПИИ



1953



Кафедра лазерной физики и спектроскопии (кафедра спектрального анализа) была образована в 1953 году.

Инициаторами её создания были академики АН БССР А.Н.Севченко и Б.И. Степанов, которые переехали в Минск из Государственного оптического института (Ленинград) для развития физики и организации исследований физико-математического профиля в БССР.



КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И СПЕКТРОСКОПИИ

Современные научные направления

- ✓ Лазерная физика, нелинейная оптика и голография
- ✓ Фотоника и интегральная оптика
- ✓ Сингулярная оптика и фазово- поляризационные преобразования световых пучков
- ✓ Физика жидкокристаллических оптоэлектронных систем
- ✓ Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия
- ✓ Методы и аппаратно- программные средства спектрально-люминесцентного анализа
- ✓ Методы и препараты для биомедицинских применений
- ✓ Разработка лазерных и оптоэлектронных систем в области научно-учебного приборостроения



КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ
И СПЕКТРОСКОПИИ

Наши выпускники



Николай
Александрович
Борисевич.

Академик АН СССР и
АН БССР. Президент
АН БССР с 1969 по
1987 год. Герой
социалистического
труда.

Преподавал на
кафедре в
пятидесятые годы
прошлого века.



Павел Андреевич
Апанасевич
Академик НАН Беларуси,
Лауреат Государственных
премий СССР и БССР,
Заслуженный деятель
науки РБ,
Почетный директор
Института физики имени
Б.И.Степанова
Преподавал на кафедре в
80-х годах



Александр Сергеевич
Рубанов

Академик НАН Беларуси,
Лауреат Государственных
премий СССР и БССР,
Заслуженный деятель науки
РБ

Преподавал на кафедре в
70-х – 90-х годах



Академик В. С. Бураков



Академик А. П. Войтович



Академик А. М. Гончаренко



Академик Н. С. Казак



Академик В.А. Толкачев



Академик А. Н. Рубинов



Академик С.Я. Килин



Академик В.А. Орлович



Профессор Федор Железко, выпускник кафедры, ныне - директор Института квантовой оптики университета Ульма (Германия), является специалистом мирового уровня в области квантовой физики твердотельных систем.



Omar Ormachea Muñoz

Universidad Privada
Boliviana (UPB) -
директор
оптического
исследовательского и
энергетического
центра, декан
физико-технического
факультета

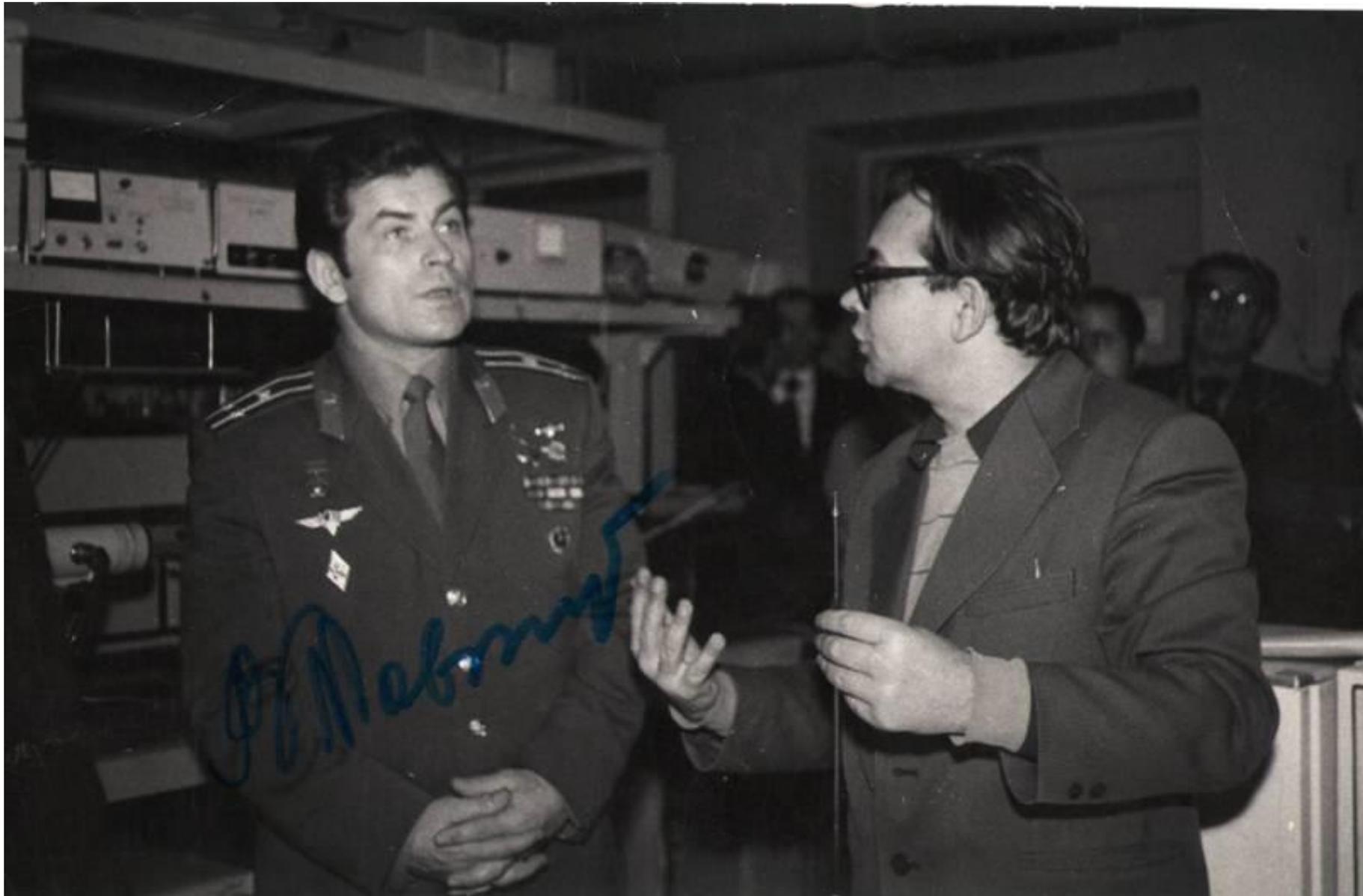


Юрий Церлюкевич

Выпускник кафедры 1999 года, имеет степень магистра физики университета Минесоты (2001 г.) и Ph.D. в области финансов Калифорнийского университета в Беркли (2006 г.). Является профессором финансов Университета штата Аризона, США, приглашенным преподавателем в Российской экономической школе. в 2014 г. входил в состав консультативного совета Национального банка Республики Беларусь, консультант по вопросам экономической политики.



Виктор Кислый выпускник кафедры 1999 г. основатель и президент компании Wargaming.net, которой принадлежит разработка онлайн игры World of Tanks, имеющей в настоящее время более 100 млн пользователей по всему миру. Созданная в 1998 г. группой энтузиастов компания превратилась в международную корпорацию со штатом в 2000 сотрудников, офисами и дочерними компаниями в СНГ и дальнем зарубежье.



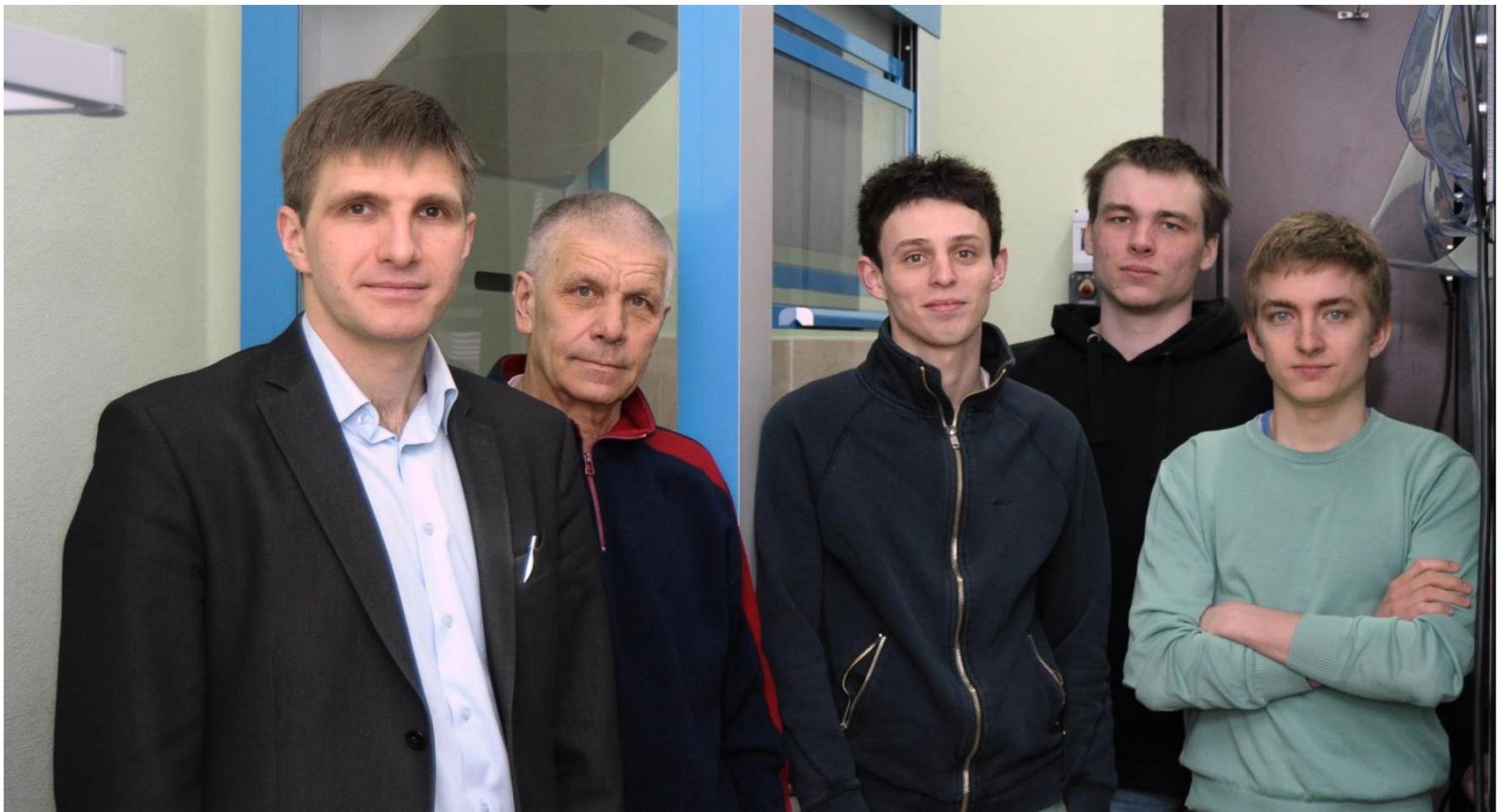
Космонавт В. В. Коваленок и академик А. С. Рубанов



**Петр Миронович Машеров
в лаборатории когерентной оптики кафедры 1971 г.**



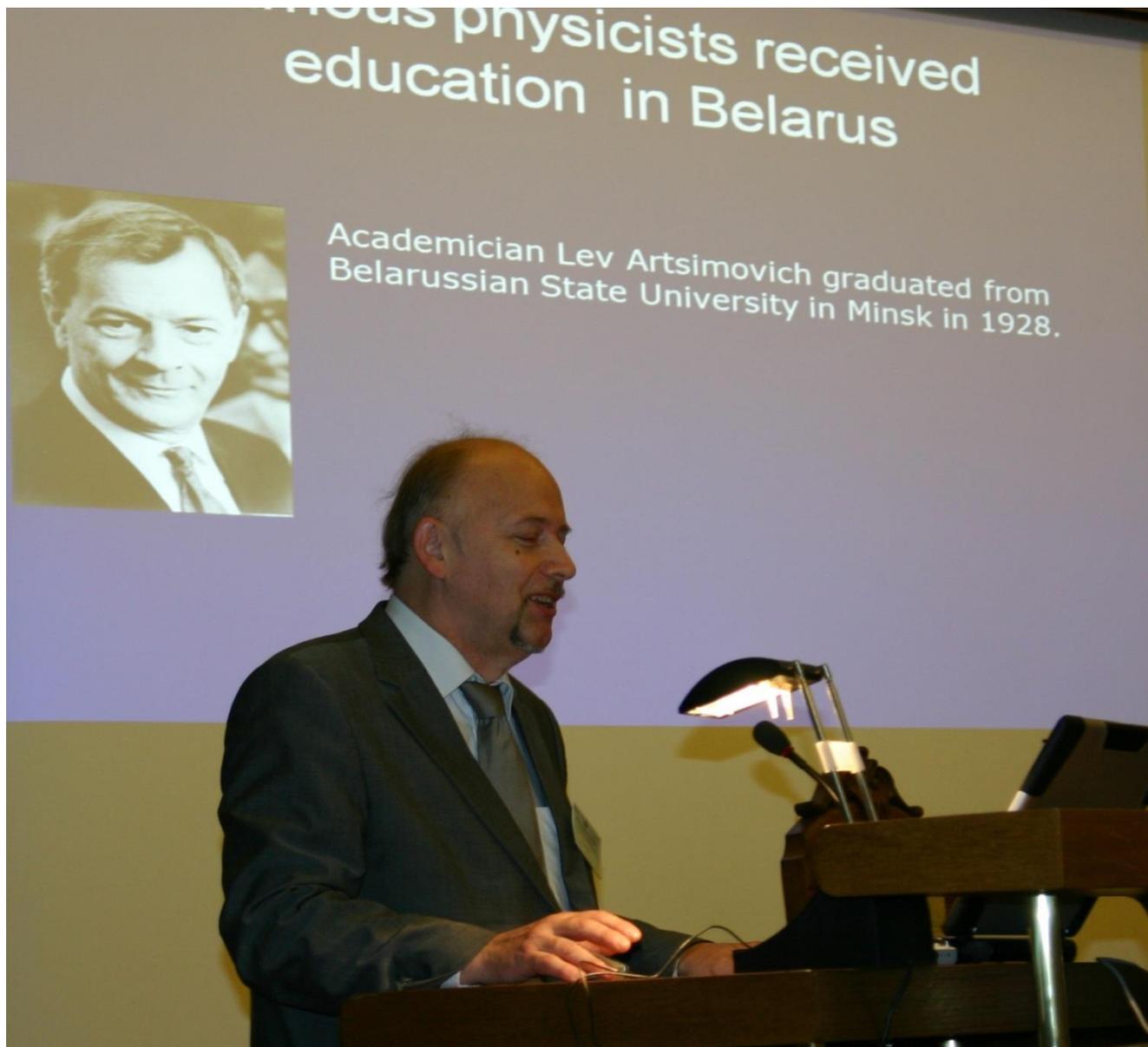
Доктор физ.-мат. наук А. С. Грабчиков, академик В.А.Орлович, студентка кафедры А. А. Буй и академик П. А. Апанасевич в лабораториях Института физики НАН Беларуси



Доктор физ.-мат. наук Г. И. Рябцев с выпускниками
кафедры А. Г. Рябцевым, К. И. Ланцовым, Д. М.
Кабановым, К. В. Лепченковым.



Оптимизация режимов записи художественной голограммы «Мирский замок» со специалистами в области когерентной оптики и голографии на установке предприятия ООО «Магия света». Председатель научно-технического совета ООО «Магия света», академик международной инженерной академии, Л.В.Танин с выпускниками кафедры Е.М.Рабизо, Н.Г.Борздовым, А.И.Горчаруком.



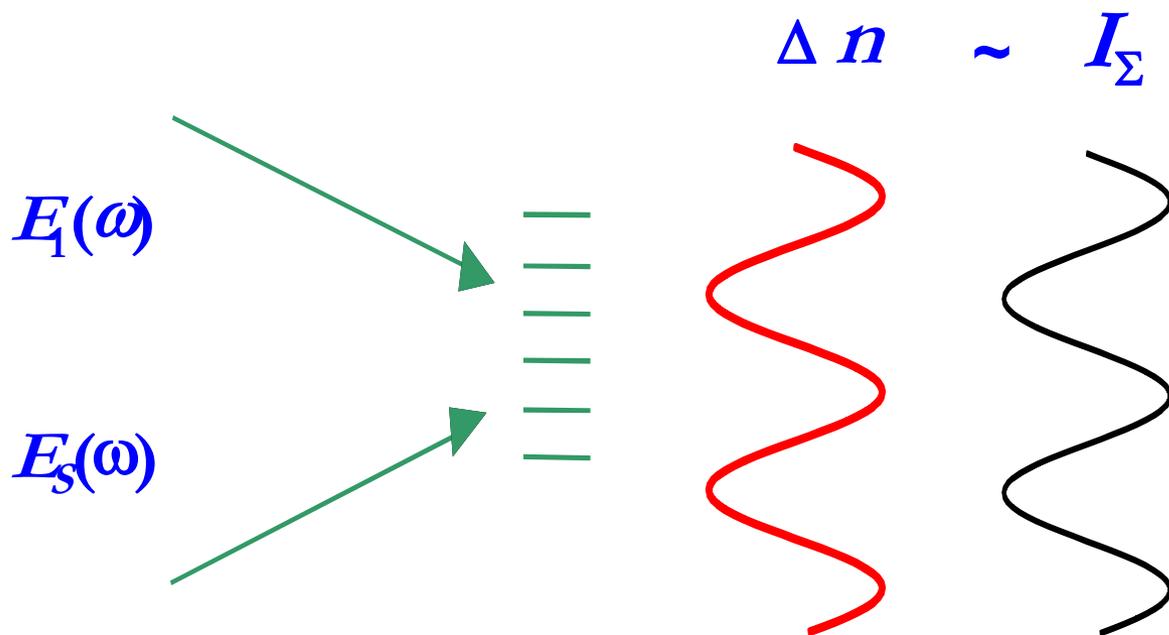
**Лекции студентам читает академик
НАН Беларуси Сергей Яковлевич Килин**



Студенты кафедры
проходят практику в
НТЦ ЛЭМТ БелОМО.
Директор НТЦ ЛЭМТ,
академик НАН
Беларуси, д. ф.-м. н.,
Лауреат
государственной
премии Республики
Беларусь
А.П.Шкадаревич.

***Динамическая
голография и
нелинейная оптика***

Динамическая голография



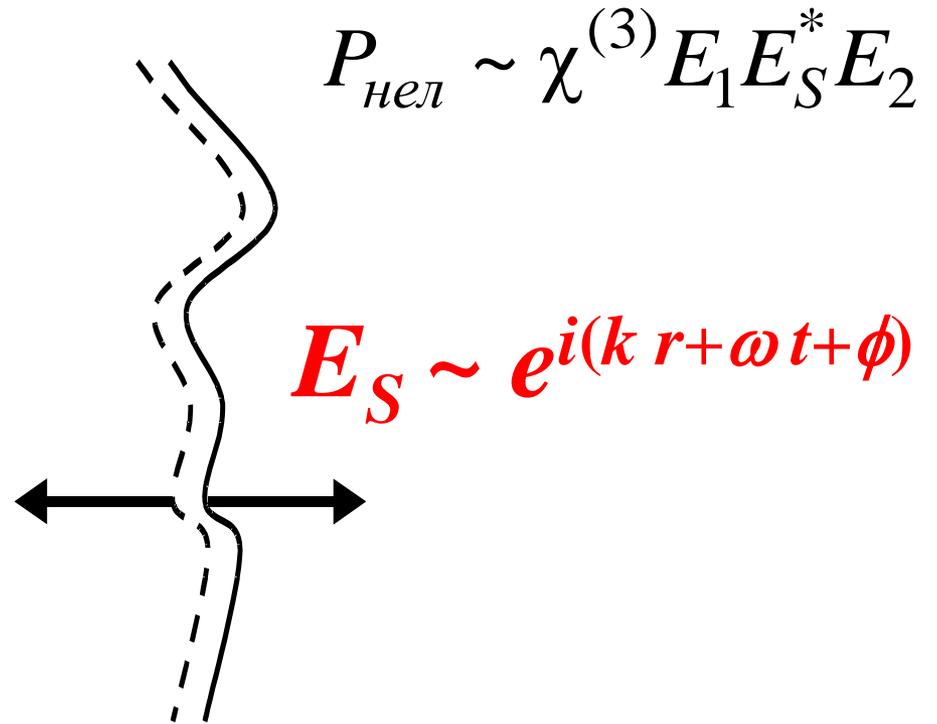
Запись голограмм в нелинейных средах

Обращение волнового фронта

$$k_D = -k_S$$

$$\omega_D = \omega_S$$

$$\phi_D = -\phi_S$$

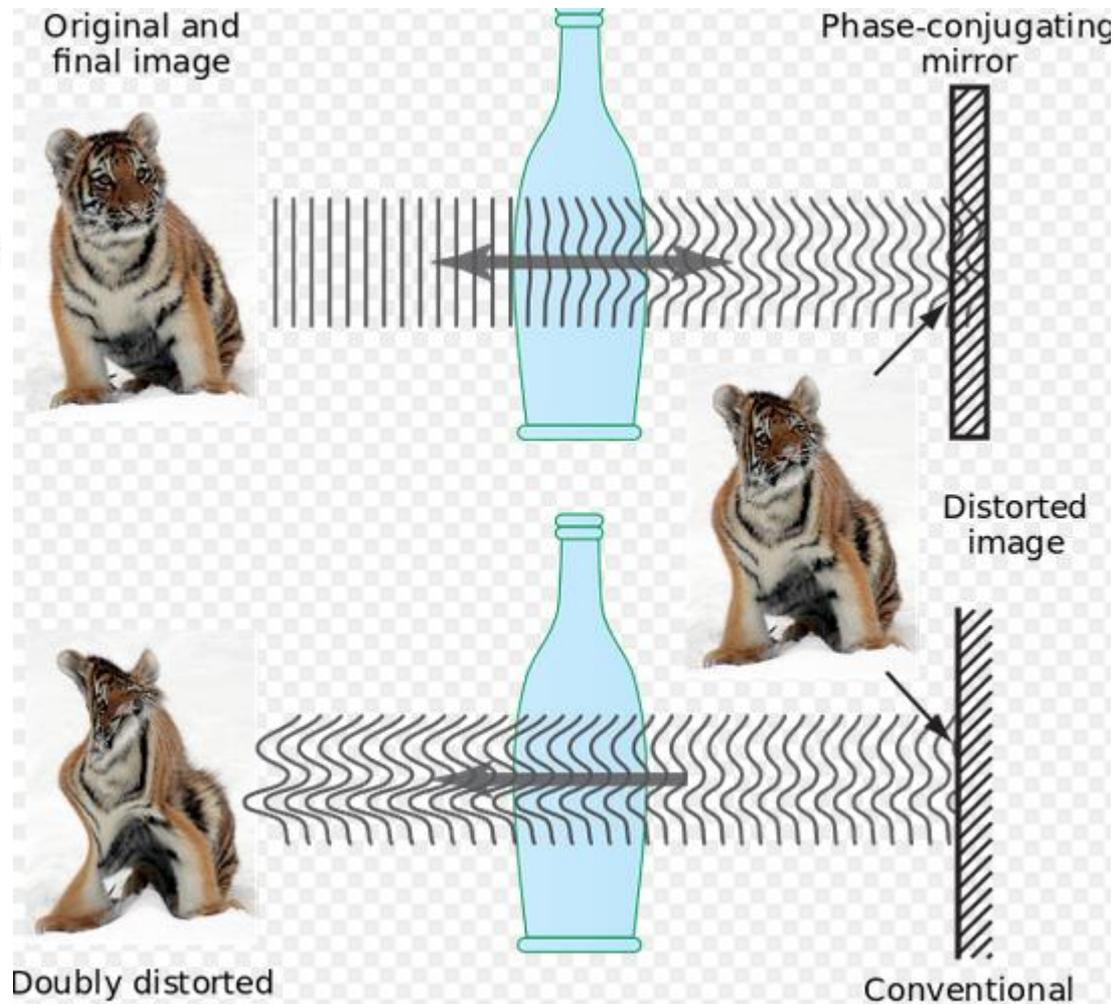
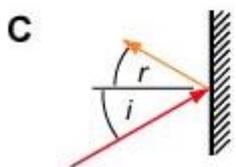
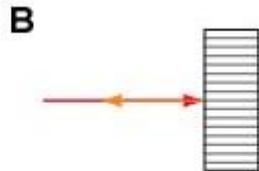
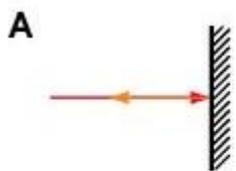


$$E_D \sim e^{i(-kr + \omega t - \phi)}$$

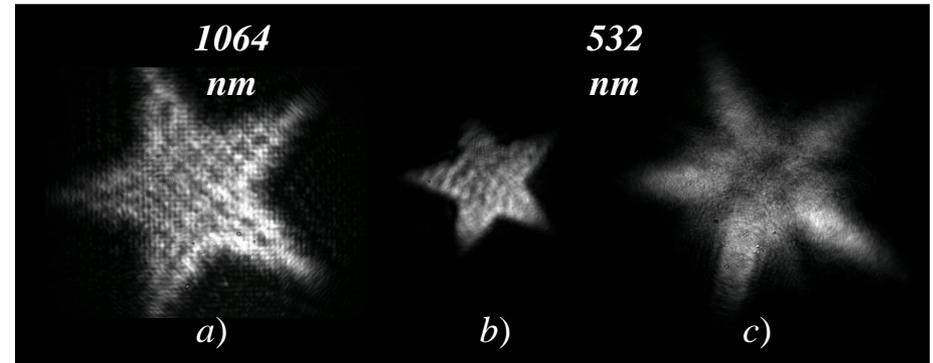
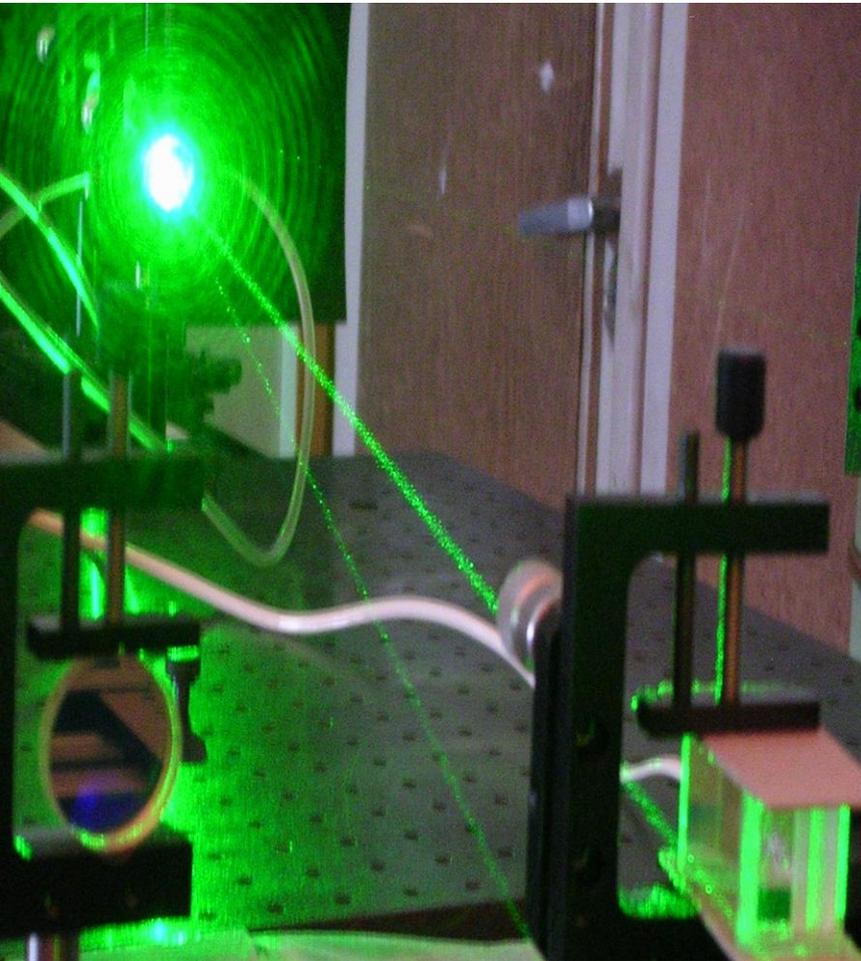
Обращение волнового фронта

regular mirror

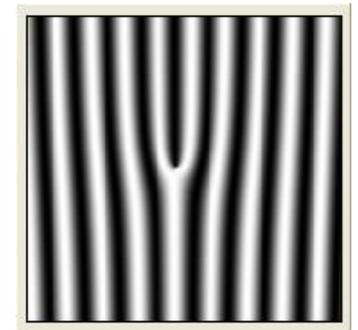
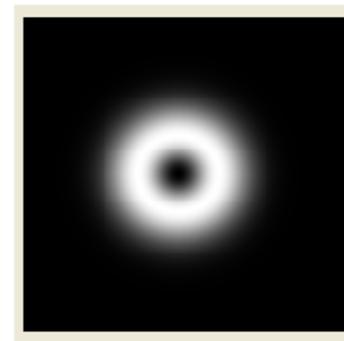
phase conjugate mirror



Обращение волнового фронта с удвоением частоты световой волны



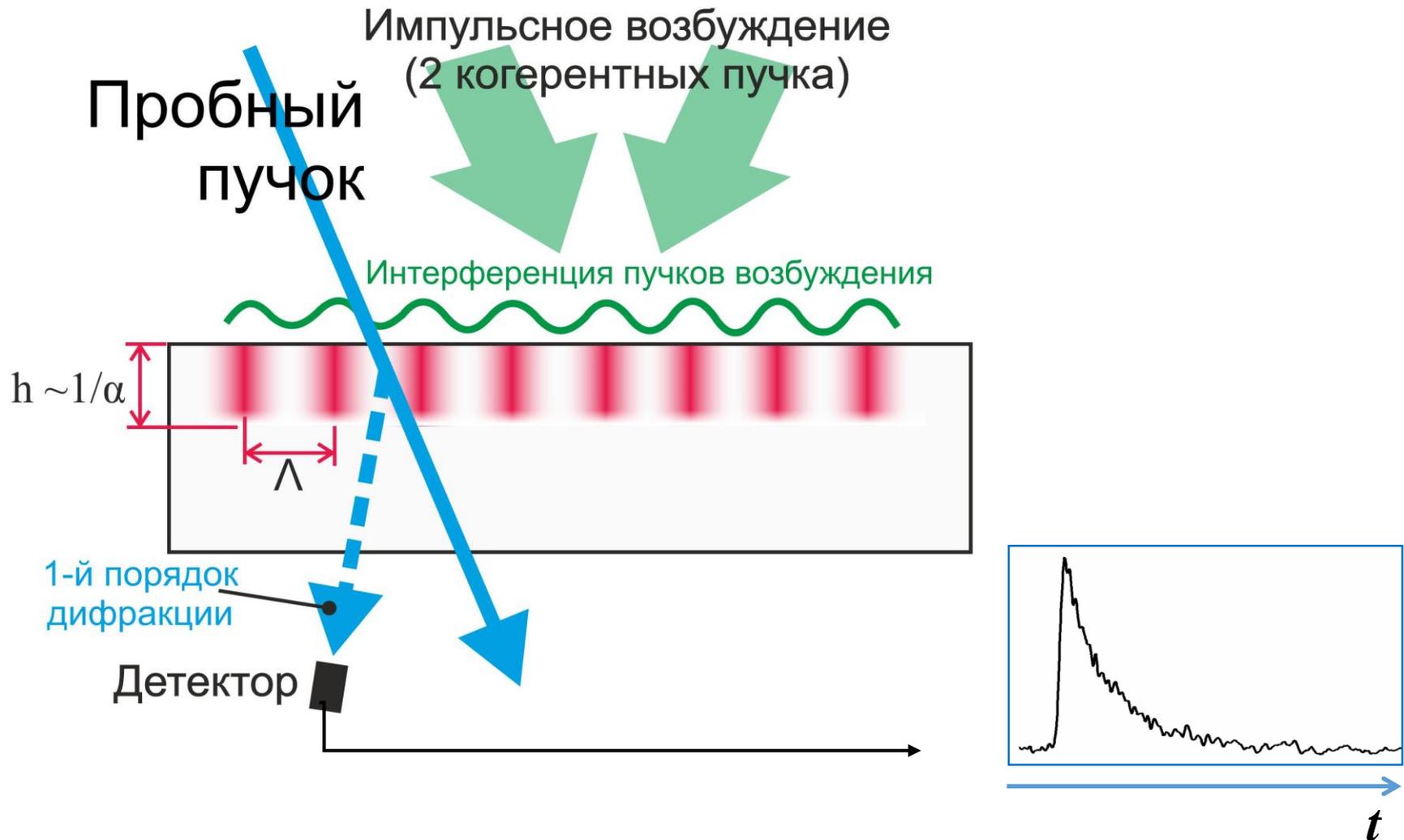
Частотное преобразование 3D изображений



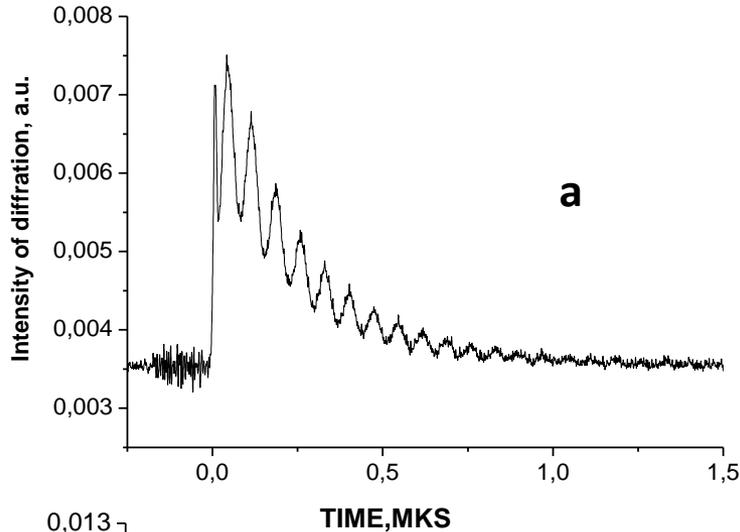
Преобразование сингулярных пучков – оптических вихрей

***Диагностика
функциональных
материалов методом
динамических решеток***

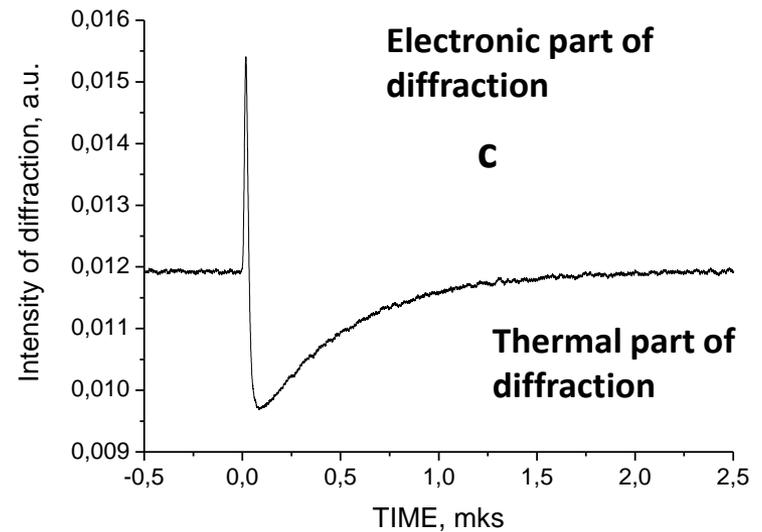
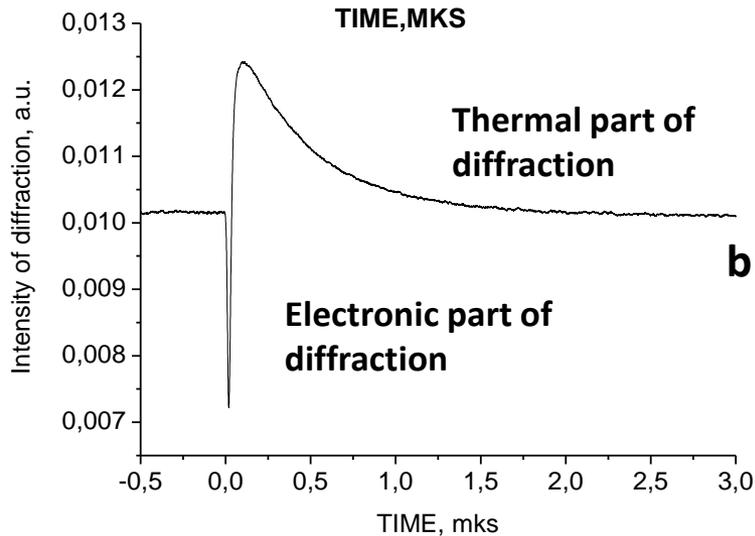
Диагностика сред методом динамических решеток



Решетки в монокристаллическом Ge

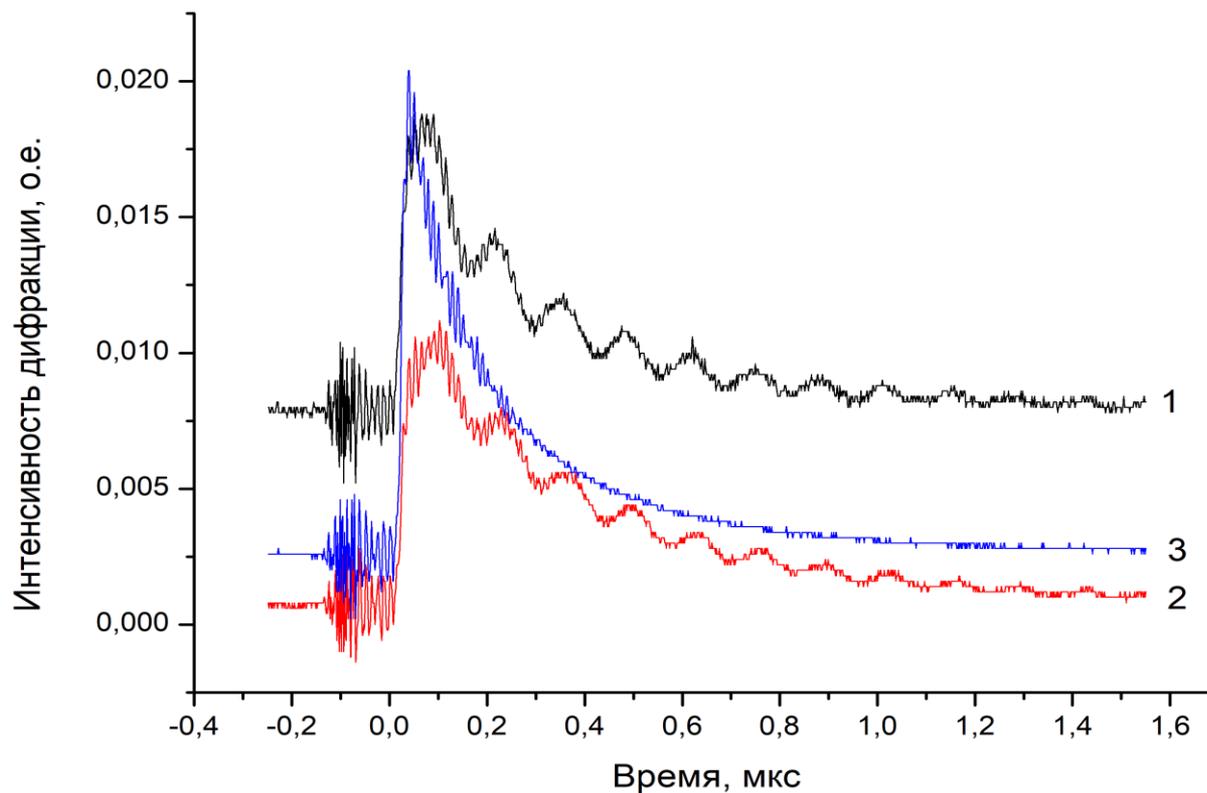


Период решетки $25 \mu\text{m}$
Возбуждение на длине волны 532 nm
Зондирование в геометрии на отражение
Образец в воздухе (а), видны ультразвуковые осцилляции в тонком приграничном слое воздуха на частоте $14,8 \text{ MHz}$



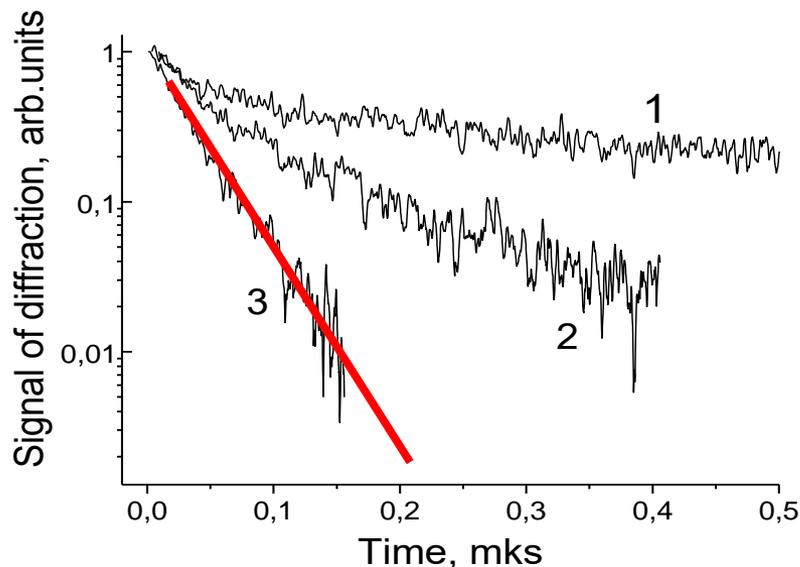
b, c - образец в вакууме, акустических осцилляций нет. Электронная (узкий пик) и тепловая (медленно затухающая) компоненты видны отдельно благодаря применению гомодина.

Исследование кремния с субмикронной пленкой оксида



Запись динамических решеток: 1 – кремний без оксидной пленки; 2 – кремний с пленкой толщиной 0,5 мкм; 3 – кремний с пленкой толщиной 0,9 мкм.

Измерение температуропроводности пленки алмазоподобного углерода на стекле



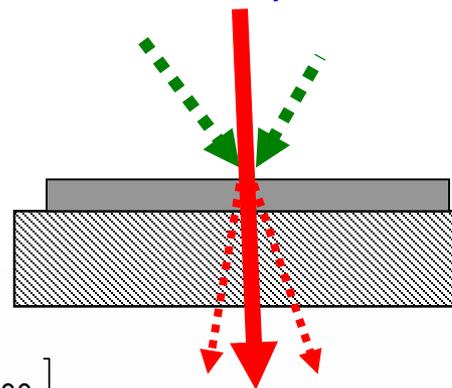
Кинетика дифракции на тепловой решетке

$\Lambda = 6.8$ (1), 3.4 (2) и 2.3 (3) мкм.

При $\Lambda = 2.3$ мкм $t = (30 \pm 3)$ нс.

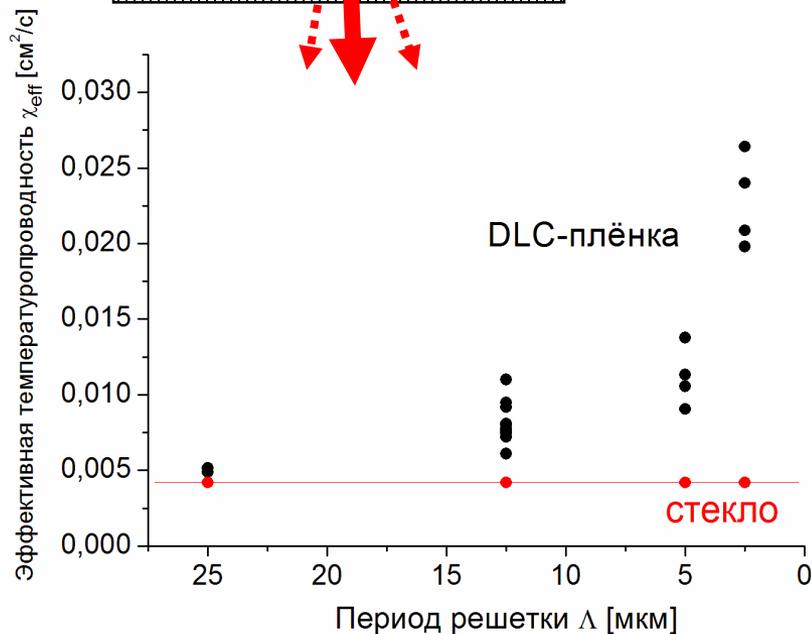
$D_{||} = 0.022 \pm 12\%$ см²/с

Накачка
 $\lambda = 532$ нм, 10 нс



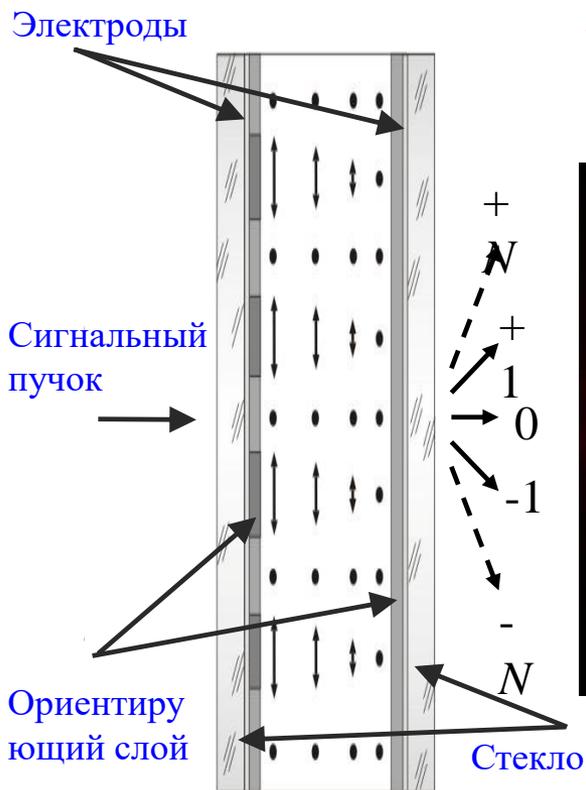
АЛУ 300 нм

Стекло К8



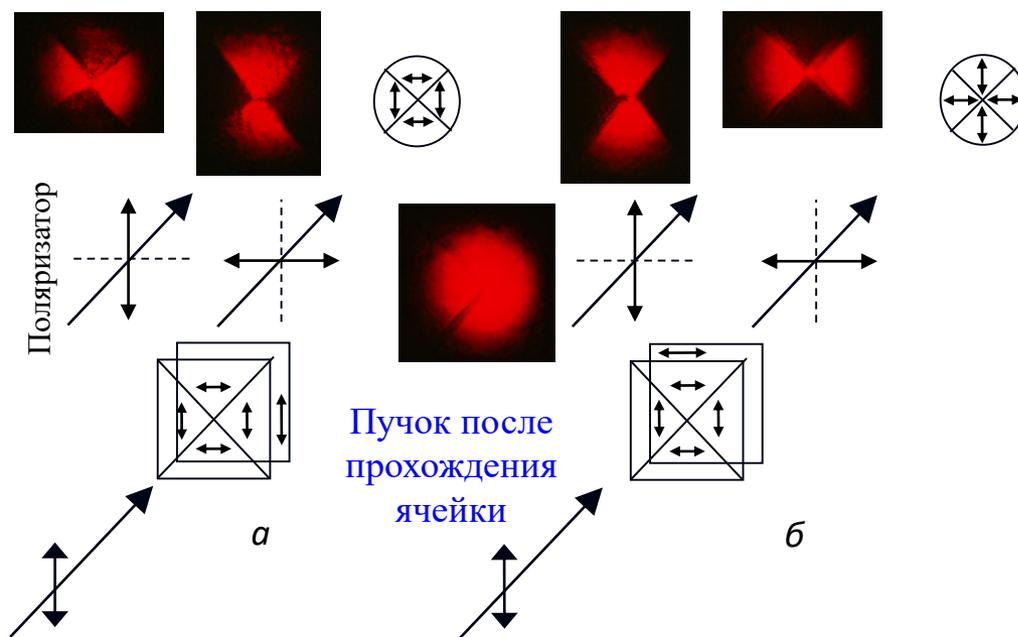
***Жидкокристаллические
элементы фотоники и
интегральной оптики***

Электрически управляемые ЖК элементы



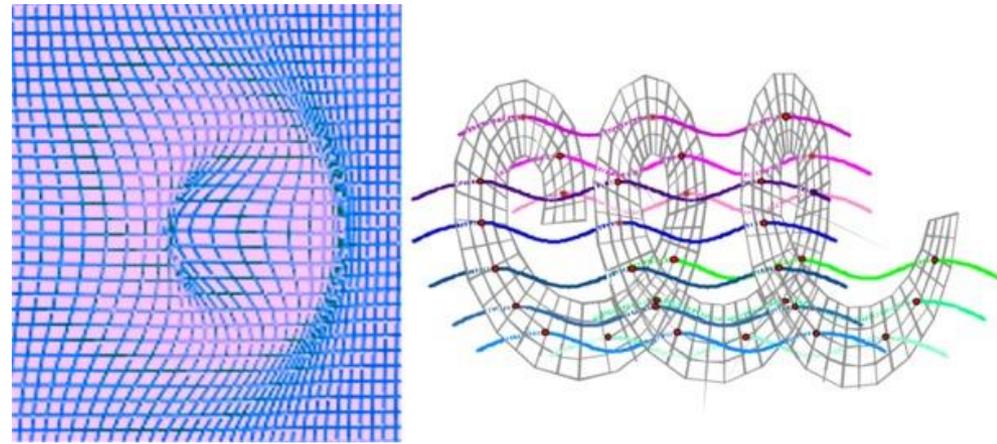
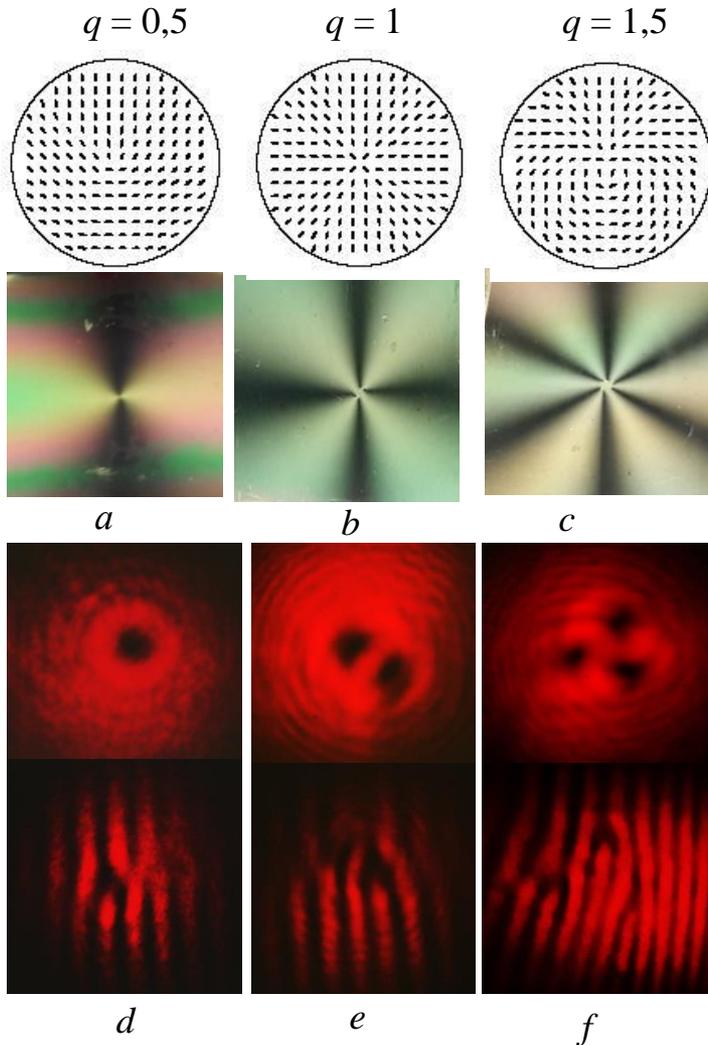
Азимутальная поляризация

Радиальная поляризация



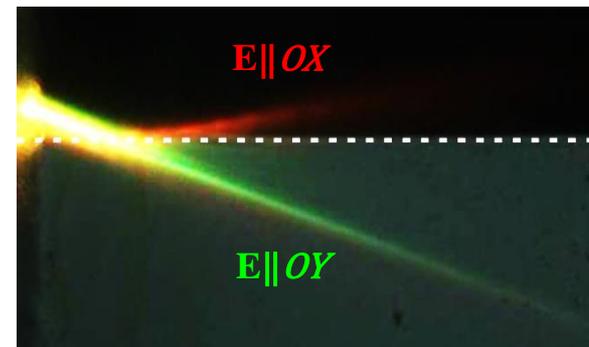
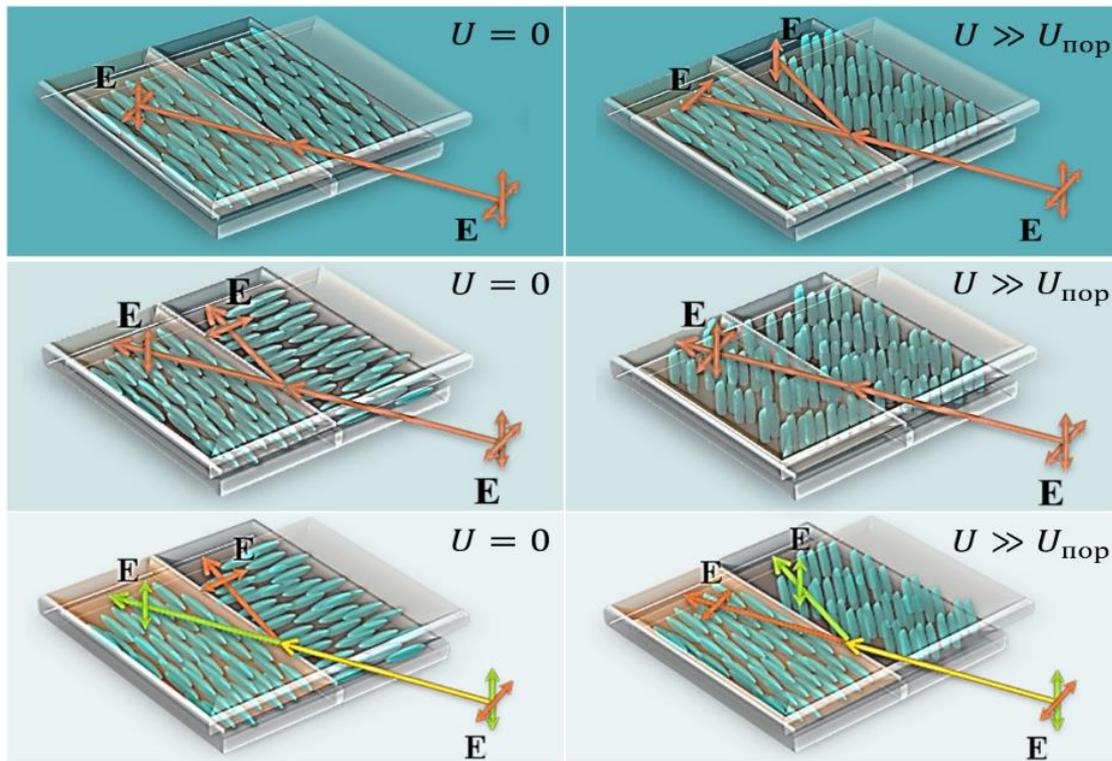
Схемы преобразования линейно поляризованного светового пучка в пучки с азимутальной (а) и радиальной (б) поляризацией

Пространственно-структурированные ЖК элементы для формирования сингулярных пучков (оптических вихрей)

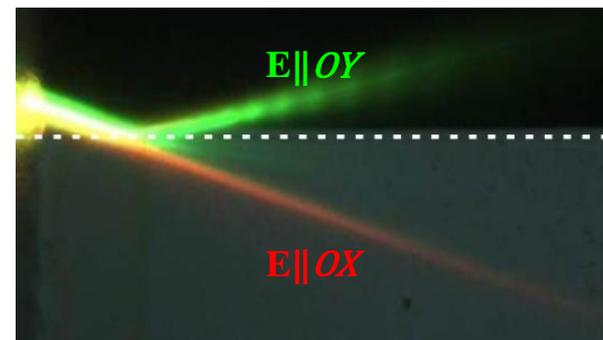


ЖК Q-пластины для формирования пучков с различными топологическими зарядами. Топология ориентации директора ЖК и поляризационные фотографии соответствующих элементов (a-c), фотографии профилей интенсивности фазового вихря и соответствующие интерферограммы (d-f).

Разработка жидкокристаллических элементов интегральной фотоники



$U=0$ В

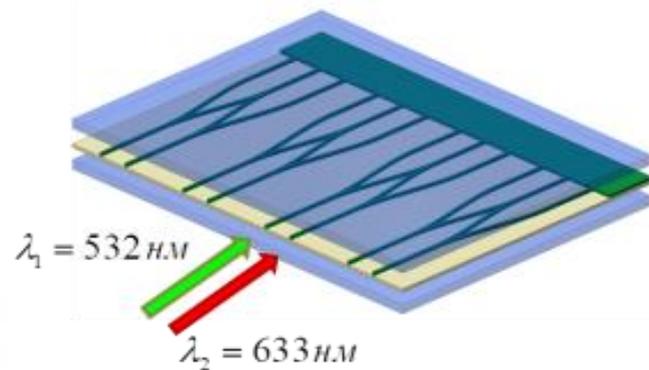
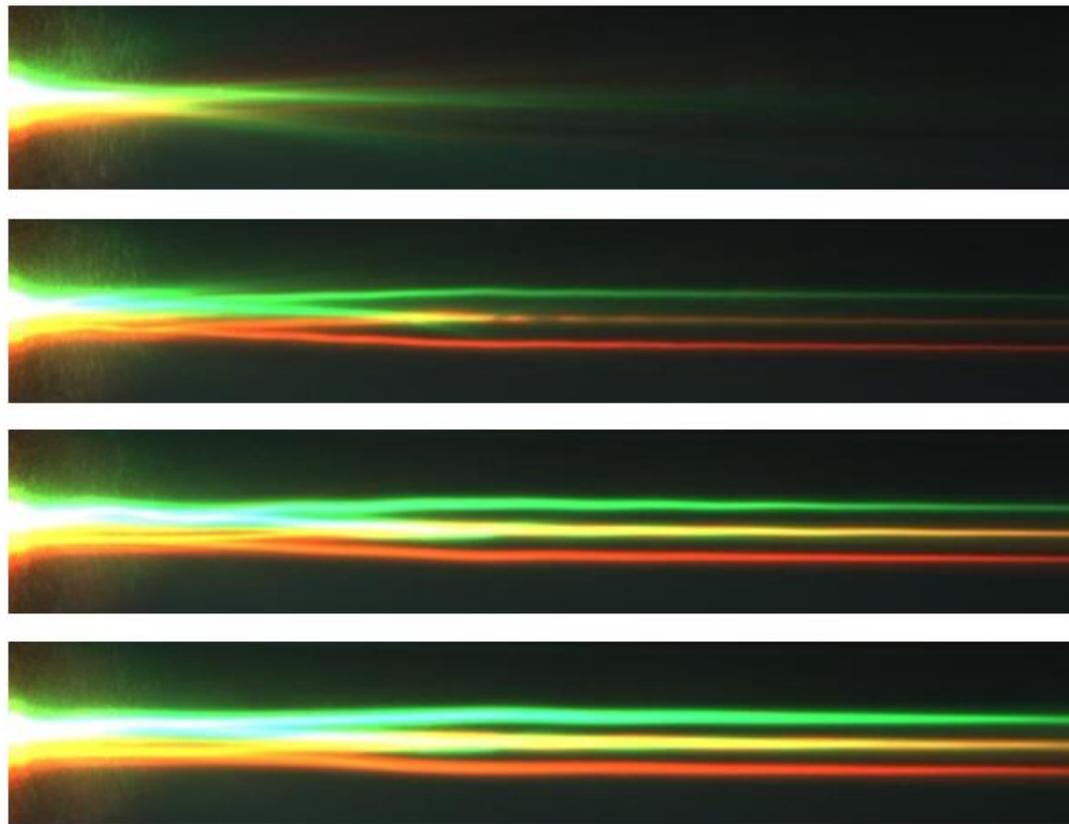


$U > U_{\text{пор}}$

Отражение световых пучков на границе раздела двух мезофаз, разделение поляризационных мод

Электрически управляемые волноводные элементы

$\lambda_1=532$ nm, $\lambda_2=633$ nm,
 $E_{1,2} \parallel OX$, $P_{1,2}=0.2$ mW



***Лазерный атомно-
эмиссионный анализ
защитных покрытий,
художественных
изделий, антикварных
монет и биообъектов***

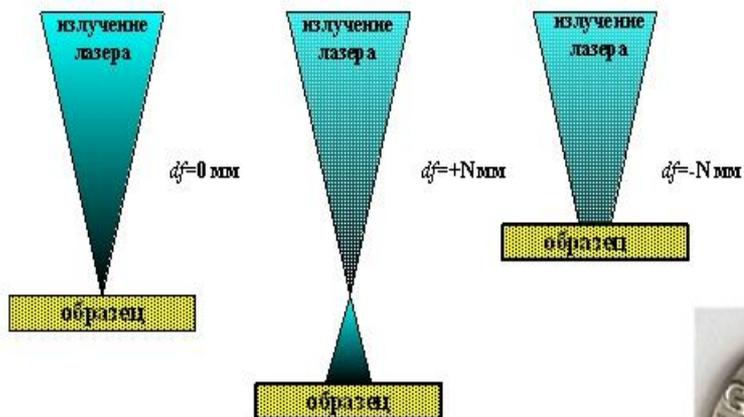
Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр



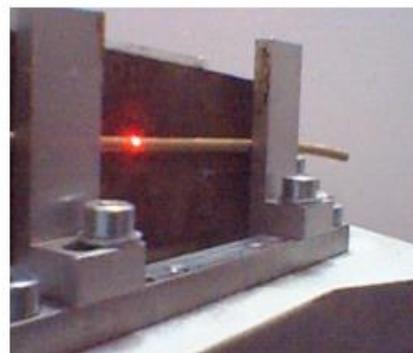
- количество определяемых химических элементов -50;
- спектральный диапазон - 190-800нм;
- Спектральное разрешение – 0,1 нм;
- источник возбуждения (1064 нм) - двухимпульсный лазер с диодной накачкой;
- средняя энергия в импульсе, не менее - 50 мДж;
- длительность импульсов, не более -15 нс;
- минимальный диаметр лазерного пучка на поверхности образца, не более - 70 мкм;
- точность позиционирования образца при перемещении вдоль осей X-Y - 100 мкм;
- программное обеспечение режимов регистрации и обработки сигналов;
- встроенная база данных спектральных линий.

Анализ металлов, сплавов, биообъектов, защитных и функциональных покрытий с субмикронным разрешением методом двухимпульсной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии

ЛАЗЕРНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С СУБМИКРОННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ



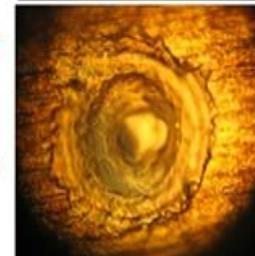
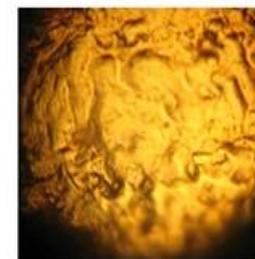
- толщина анализируемого слоя
 - диаметр кратера на поверхности
 - чувствительность анализа
 - время анализа
 - отсутствие пробоподготовки образца к анализу.
- от 0,1 до 3 мкм;
 - 50-200 мкм;
 - до $10^{-4} \%$;
 - менее 1 минуты



Кратер на поверхности монеты



Фотография кратера, увеличенная в 300 раз



***Научно-учебное
приборостроение.
Внедрение результатов
в производство***

Разработан не имеющий аналогов комплекс лазерно-оптического учебно-научного оборудования



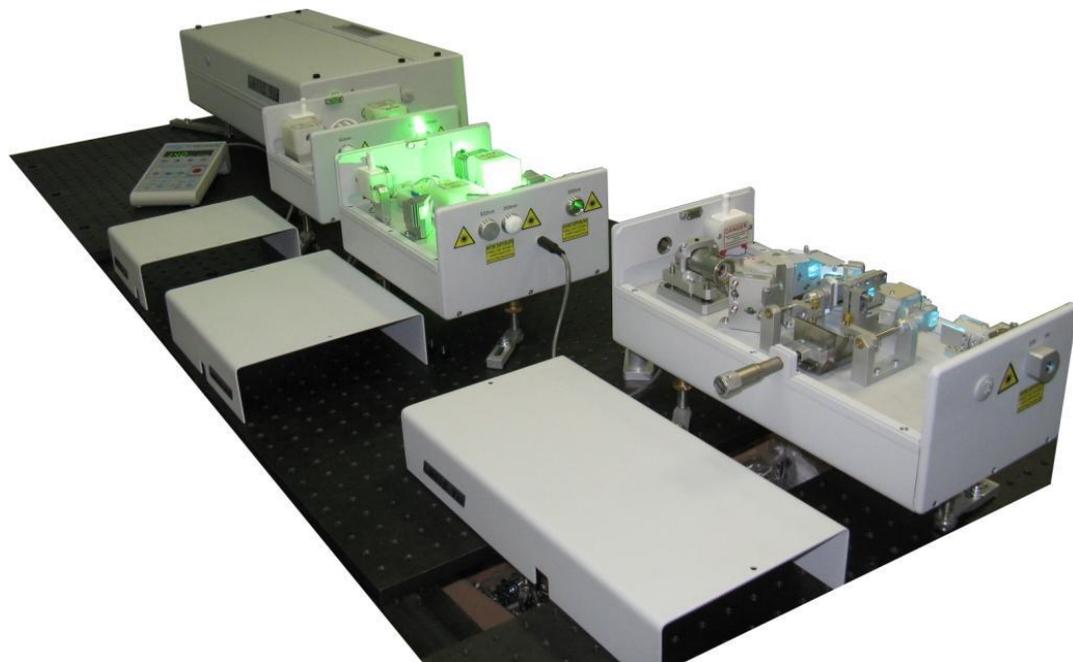
Научно-учебный лазерный лабораторный комплекс по оптическому манипулированию микрообъектами



Длина волны излучения
управляющего лазера 0,53 мкм
Мощность управляющего
излучения $\leq 0,3$ Вт
Тип световых пучков
гауссовы, сингулярные
Размер управляемых объектов,
 ≤ 10 мкм
Рабочая область
 125×125 мкм \times мкм

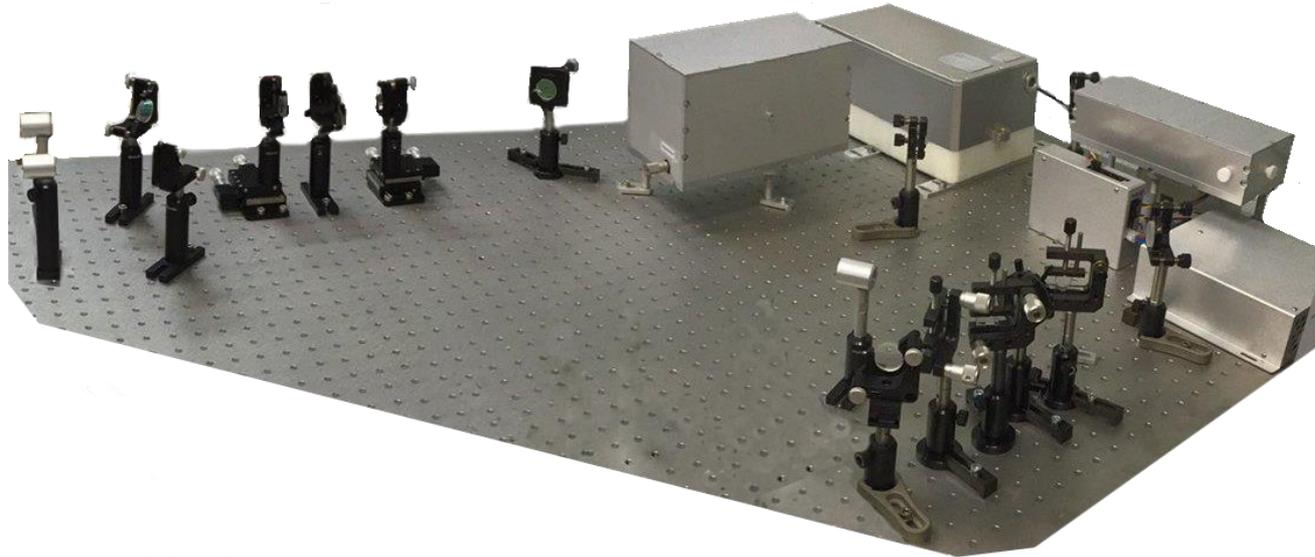
*Серебряная медаль
Петербургской технической
ярмарки 2020 года в номинации
«Лучший инновационный проект
и лучшая научно-техническая
разработка года»*

Нелинейно-оптический лазерный комплекс по исследованию спектральной перестройки частоты на основе параметрических процессов



Спектральный диапазон перестройки: 400 - 2500 нм.
Эффективность преобразования лазерного излучения 25 % (в максимуме перестройки при энергии импульсов накачки 90 мДж на длине волны 355 нм).
Минимальная ширина линии генерации 0,1 нм.
Длительность импульса генерации 15 нс.
Частота повторения импульсов 10 Гц

Научно-учебный лабораторный комплекс по нелинейной оптике фемтосекундных импульсов



Длина волны: 1040 нм

Длительность лазерных импульсов: 90 фс

Частота следования импульсов: 70 МГц

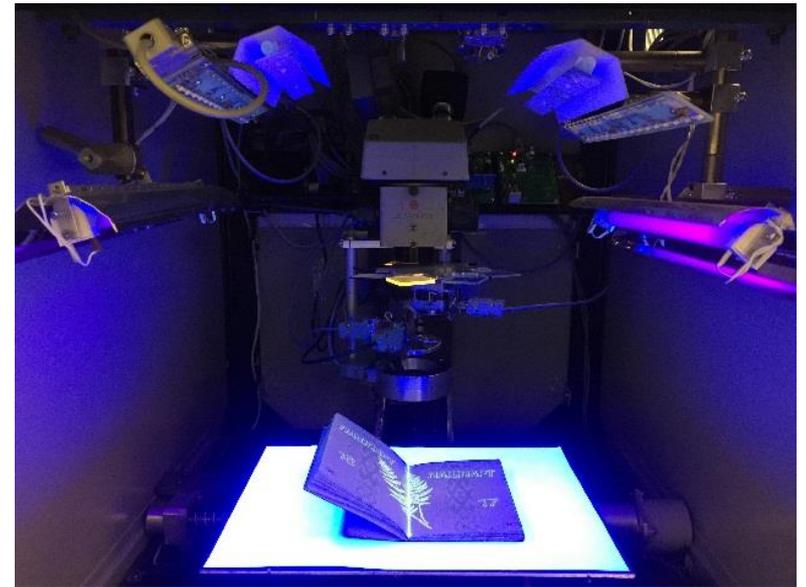
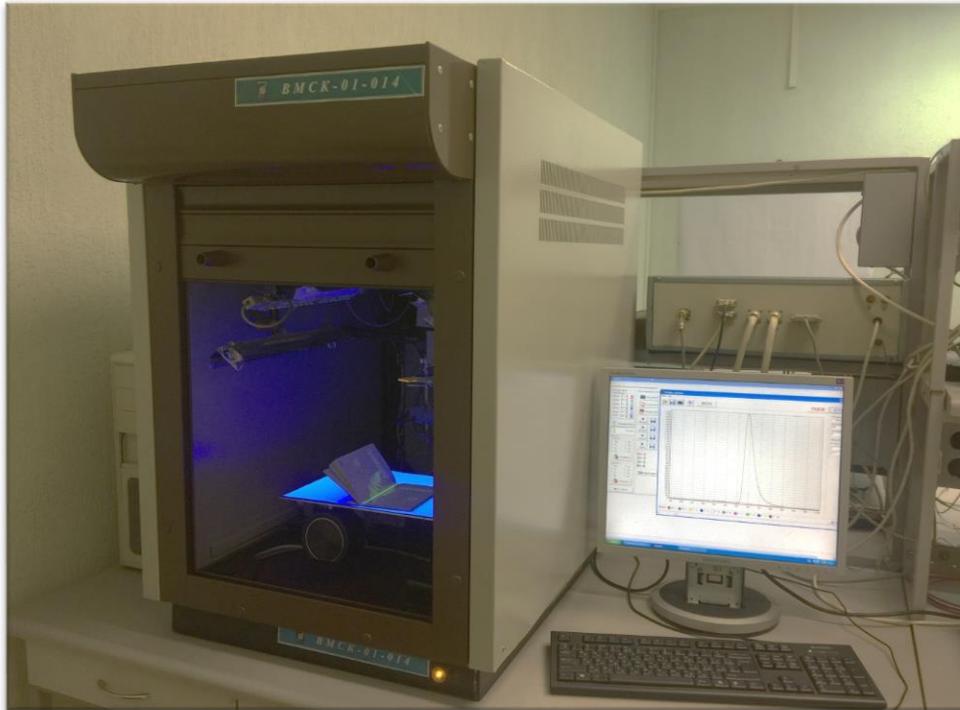
Энергия импульсов: 30 нДж

Средняя выходная мощность на длине волны 1040 нм: 2 Вт

Генератор второй гармоники (520 нм)

Генератор суперконтинуума с шириной выходного спектра >50 нм

Видео-микроспектрометрический комплекс



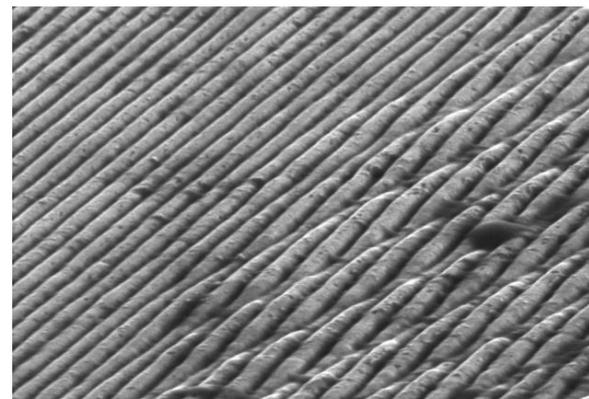
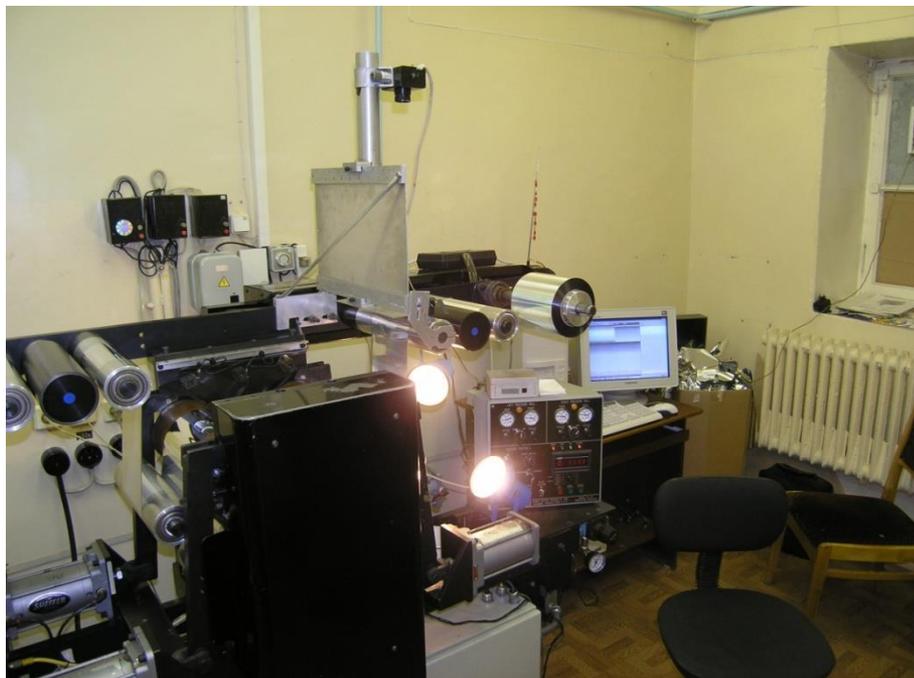
Видео-микроспектрометрический комплекс предназначен для анализа спектральных характеристик объектов большого размера со сложной неоднородной структурой с пространственным разрешением для анализа и идентификации образцов в биологической и медицинской микроскопии (гистологии), полиграфии, геологии, в криминалистических применениях

Гиперспектрометр с оптоэлектронной динамической пространственной фильтрацией и кодированием поля зрения

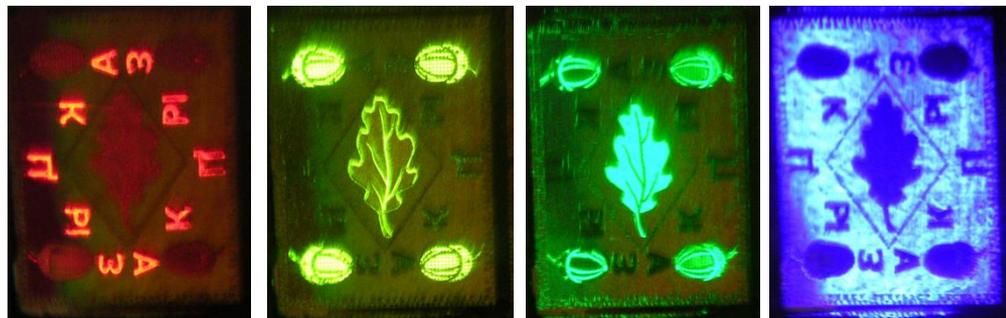


Прибор предназначен для исследования структуры объектов с одновременным пространственным и спектральным разрешением. Достоинствами прибора является возможность электронного управления входной апертурой, возможность оперативной программной перенастройки прибора для работы в различных режимах, высокая скорость сканирования (кадр-спектр за миллисекунды), программное управление в широких пределах пространственным и спектральным разрешением.

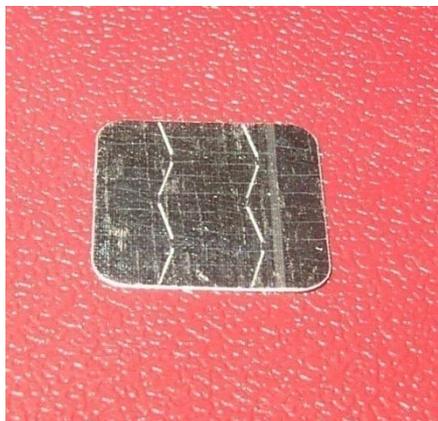
Цифровая диагностика голографических элементов защиты ценных бумаг и документов



2µm
Mag = 20.00 K X EHT = 15.00 KV Signal A = SE1 Date : 1 Apr 2003
WD = 17 mm Photo No. = 772 Time : 14:24:11

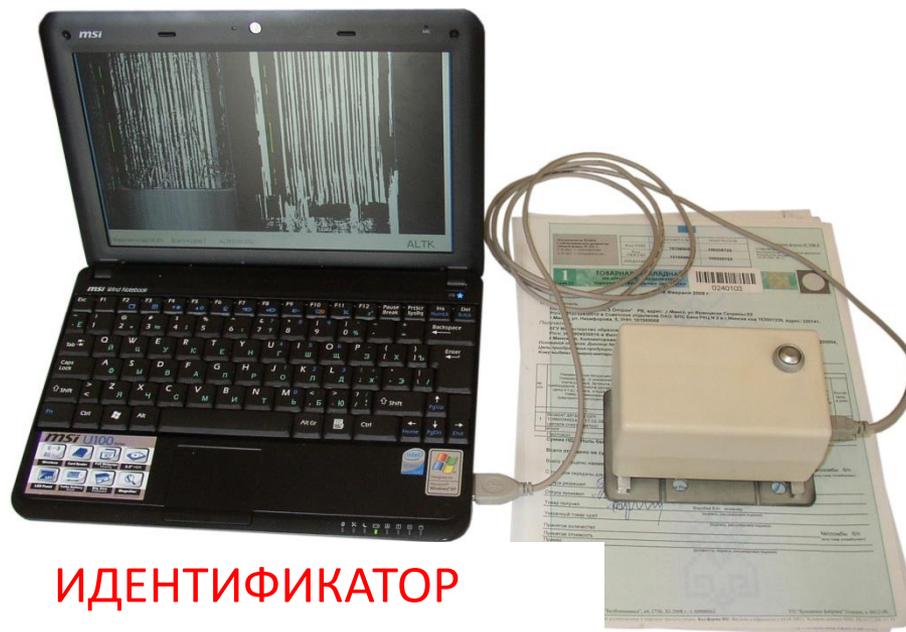


Совмещение лазерно-оптических методов записи защитных голографических элементов и их цифрового кодирования



КОДОГРАММА

Дифракционная структура с голографическими и цифровыми кодирующими элементами

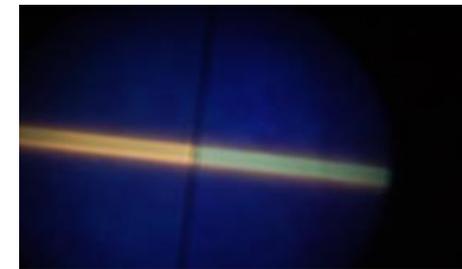
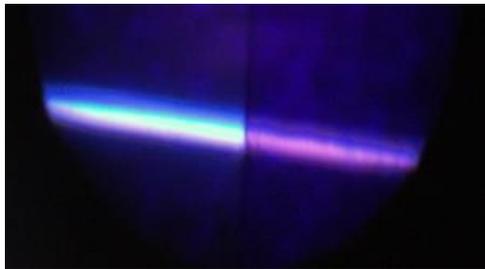
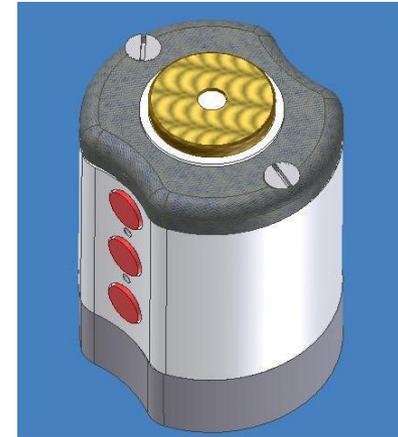


ИДЕНТИФИКАТОР

Разработанная система защиты ценных бумаг и документов на основе голографического штрих кода не имеет аналогов, при этом впервые удалось сочетать голографическую степень защиты с информационными принципами штрихового кодирования. Используется для защиты от подделки ценных бумаг и документов на предприятиях Департамента государственных знаков Министерства финансов Республики Беларусь

Технология производства документной бумаги

Разработано и создано защитное средство высокого уровня для ценных бумаг на основе нового поколения поляризационно контролируемых люминесцентных волокон



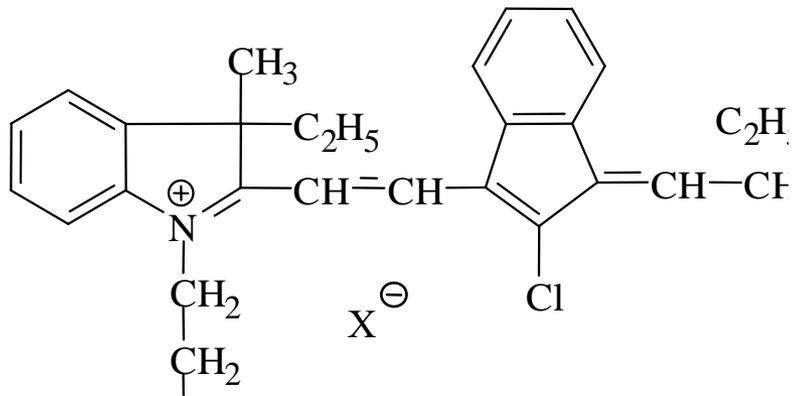
Выпуск люминесцентного волокна организован на ПО «ХИМВОЛОКНО» (г.Светлогорск). Изготовление и выпуск документной бумаги осуществлен на УП «Бумажная фабрика» Гознака.

Фотосенсибилизатор нового поколения для фотодинамической терапии онкозаболеваний



Длина волны максимума спектра поглощения	734 нм.
Полуширина спектра поглощения	71 нм.
Используемые источники света для фотоактивации, нм	667 нм; 740 нм; 750 нм; 780 нм
Длина волны максимума спектра флуоресценции	761 нм.
Полуширина спектра флуоресценции	60 нм.
Время максимального накопления в опухоли	60-120 минут
Индекс контрастности накопления (опухоль/здоровая ткань)	5-7
LD ₅₀ Концентрация 50% выживаемости	110-200 мг/кг
Терапевтическая концентрация в опытах «in vivo»	5 - 10 мг/кг
Глубина некрозов в опытах «in vivo»	20 - 30 мм

Новые фотоактивируемые антимикробные препараты - альтернатива антибиотикам



Синтезируемые соединения имеют выраженную антистафилококковую и противогрибковую активность под действием лазерного излучения

Препараты на основе индотрикарбоцианиновых красителей с полосами поглощения в области терапевтического окна эффективны для подавления очагов инфекции в глубине биотканей



КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И СПЕКТРОСКОПИИ

Сотрудничество с НАН Беларуси и предприятиями

- **Институт физики имени В.И.Степанова НАН Беларуси,**
- **Институт биоорганической химии НАН Беларуси,**
- **Институт химии новых материалов НАН Беларуси**
- **Филиал кафедры лазерной физики и спектроскопии на базе
Института физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси.**

- **Белорусско-японское СП «ЛОТИС-ТИИ»**
- **Научно-производственное унитарное предприятие «Научно-
технический центр «ЛЭМТ»**
- **ЗАО «Голографическая индустрия»**
- **ООО «Магия света»**



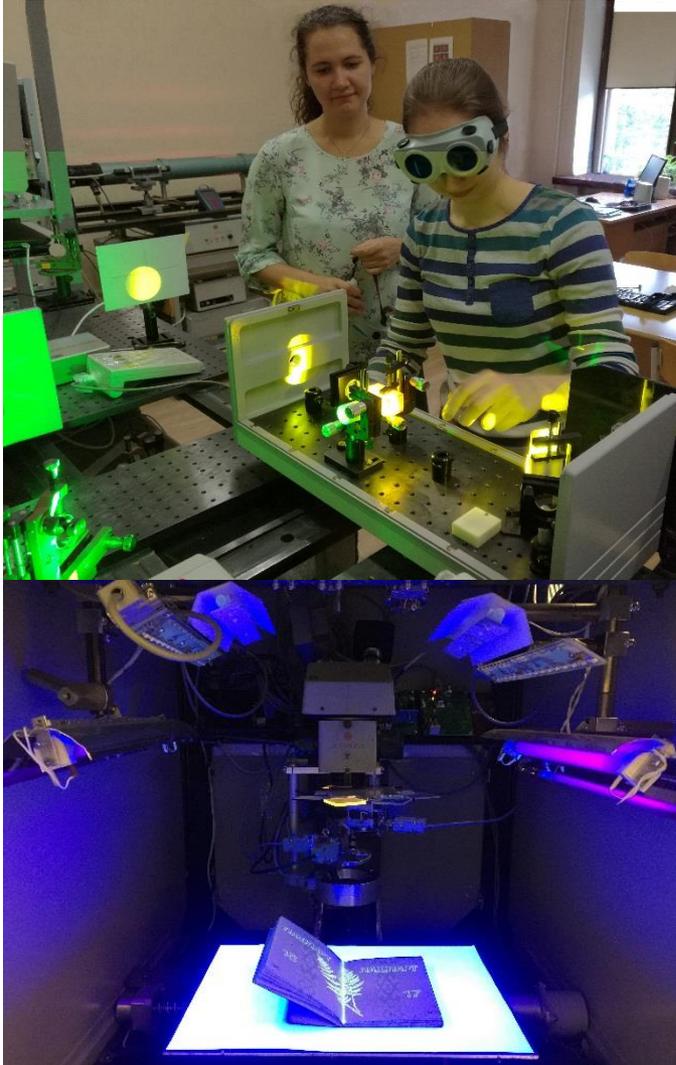
КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И СПЕКТРОСКОПИИ

Студенческая наука

- Студентами, магистрантами и аспирантами кафедры ежегодно публикуется более 50 научных работ.

На кафедре

- Кружок для студентов младших курсов
- СНИЛ «Нелинейная динамика физических систем»
- Учебно-научный семинар «Проблемы современной оптики и лазерной физики»



***Ждём вас на
кафедре!***