

# ПОРТФОЛИО

Штельмана Льва Владимировича

Направление подготовки  
**03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность (профиль) подготовки  
**01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»**

## **Содержание:**

- 1. Общие сведения**
- 2. Научные публикации**
- 3. Участие в научных конференциях, семинарах**
- 4. Участие в грантах**
- 5. Участие в конкурсах, олимпиадах**
- 6. Участие в работе научных кружков, научных коллективов**
- 7. Стажировки**
- 8. Участие в выставках**
- 9. Патенты, авторские свидетельства**
- 10. Именные стипендии**
- 11. Награды, премии, дипломы**

## **1. Общие сведения.**

1.1. Тема научно-исследовательской работы: «Исследование влияния структуры и состава графитоподобных CN материалов на их оптические свойства. (Флуоресценция, комбинационное рассеяние, нелинейные эффекты)».

1.2. Научный руководитель: Кутуза Игорь Борисович, к.ф.-м.н., с.н.с.

1.3. Год поступления в аспирантуру: 2016.

## **2. Научные публикации.**

### **Тезисы докладов.**

1. Штельман Л.В. Установка для изучения флуоресценции материалов на основе  $C_3N_4$ , применяемых в медицинских целях // Сборник тезисов докладов X Международной конференции «Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации». – Суздаль, 1–4 октября 2017. – С. 182-184.

Копии публикаций приведены в Приложении 1.

## **3. Участие в научных конференциях, семинарах.**

1. Устный доклад «Установка для изучения флуоресценции материалов на основе  $C_3N_4$ , применяемых в медицинских целях» (Штельман Л.В.). X Международная конференция «Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации». – Суздаль, 1–4 октября 2017. <http://armimp.ru/materials/>

Копии программ конференций приведены в Приложении 2.

## **4. Участие в грантах.**

Не участвовал

## **5. Участие в конкурсах, олимпиадах.**

Не участвовал

## **6. Участие в работе научных кружков, научных коллективов, творческих коллективов.**

Не участвовал

## **7. Стажировки**

Не участвовал

## **8. Участие в выставках**

Не участвовал

**9. Патенты, авторские свидетельства**

Не имею

**10. Именные стипендии**

Не имею

**11. Награды, премии, дипломы**

Не имею

Научные публикации

Тезисы докладов

# ТРУДЫ

Российского  
научно-технического общества  
радиотехники, электроники и связи  
имени А.С. Попова

Серия: АКУСТООПТИЧЕСКИЕ И  
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ  
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Выпуск: X



Москва–Суздаль, 2017

УДК [621.396.96+528.8](082)  
ББК 32.844+23.12  
А44

**Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации:**  
Материалы 10-й Международной научно-технической конференции / Российское НТОРЭС  
им. А.С. Попова. Суздаль. Россия. 2017.

**Рецензенты:**

проф. Боголюбов А.Н., проф. Волосюк В.К., проф. Кравченко В.Ф.,  
проф. Морозов А.Н., д.ф.-м.н. Пожар В.Э.

*10-я Международная конференция*  
**АКУСТООПТИЧЕСКИЕ И РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ  
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

1 – 4 октября 2017, Суздаль, Россия

*10<sup>th</sup> International Conference*  
**ACOUSTOOPTIC AND RADAR METHODS FOR INFORMATION  
MEASUREMENTS AND PROCESSING**

October 1 – 4, 2017, Suzdal, Russia

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**  
**PROCEEDINGS**



Конференция посвящена 60-летию Научно-технологического центра  
уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН)

Авторы несут юридическую ответственность за содержание материалов, представленных в докладах.

ISBN 978-5-905278-32-7

© Авторы докладов  
© НТЦ УП РАН  
© РНТОРЭС имени А.С. Попова

## УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ПРИМЕНЯЕМЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

асп. Штельман Л.В.

Научно технологический центр уникального приборостроения РАН.

kingofnation93@mail.ru

Материалы на основе C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> имеют высокий уровень флуоресценции. Низкая цитотоксичность и высокая биосовместимость делает перспективным их использование в качестве люминесцентных зондов в медицинских целях. Для исследования спектральных свойств материалов была создана установка, позволяющая работать с ячейками высокого давления. Особенностью этой установки является то, что она позволяет получать спектры материалов, которые могут находиться как в обычных условиях, так и в условиях высоких давлений и температур. В работе обсуждаются результаты полученные при нормальных условиях.

### Введение

Значительное внимание исследователей направлено на определение свойств материалов синтезированных различными методами и с разными условиями. Так же большое внимание уделяется оптическим свойствам синтезированных материалов в большинстве своем использующихся в биологии и медицине.

### Установка для измерения флуоресценции материалов

Собранная для измерения флуоресценции материалов установка позволяет измерять флуоресценцию в широком диапазоне длин волн: от 200 до 1500 нм. В качестве источника возбуждения флуоресценции был использован лазер, излучающий на длине волны 532 нм. Камера, применяемая в данной установке, позволяет регистрировать картину флуоресценции и дает информацию об участке, на который попадает лазерное излучение в реальном времени, что позволяет определять место падения передвиганием образца. Дополнительный источник освещения позволяет настраивать оптическую систему при выключенном лазерном освещении и на оптическом пути после «notch» фильтра. В качестве спектрометра в этой установке применялся автоматизированный монохроматор/спектрограф M266[1].

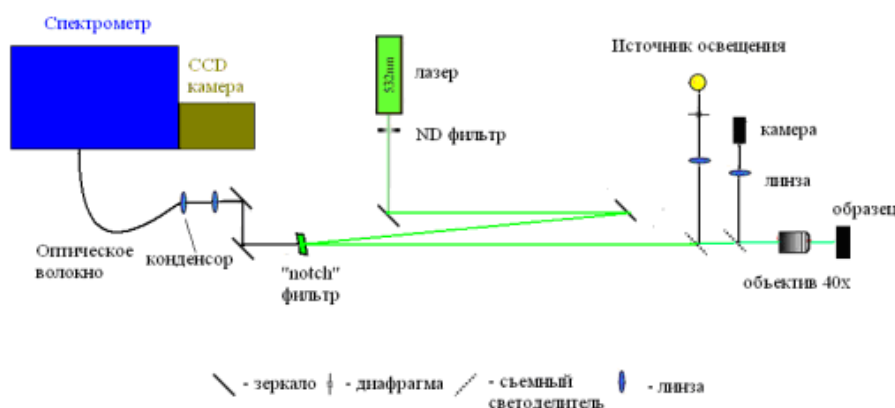


Рис. 1. Оптическая схема установки, применяемой для измерения флуоресценции.

Отличие этой установки от аналогичных заключается в том, что она изначально создавалась с возможностью исследования образцов в условиях высоких давлений и температур. Поэтому, несмотря на то, что на данный момент на установке была исследована флуоресценция материалов в нормальных условиях, при использовании ячеек высокого давления на ней так же можно измерять давление в алмазной наковальне с высокой точностью и исследовать фазовые переходы материалов. Что востребовано во многих направлениях исследований.

Модернизация данной установки, позволит реализовать множество методов исследований, включая исследование распределения спектральных свойств по образцу. Модернизация в виде расположения на оптическом пути к камере акустооптического фильтра позволяет получить изображение спектрального распределения[2].

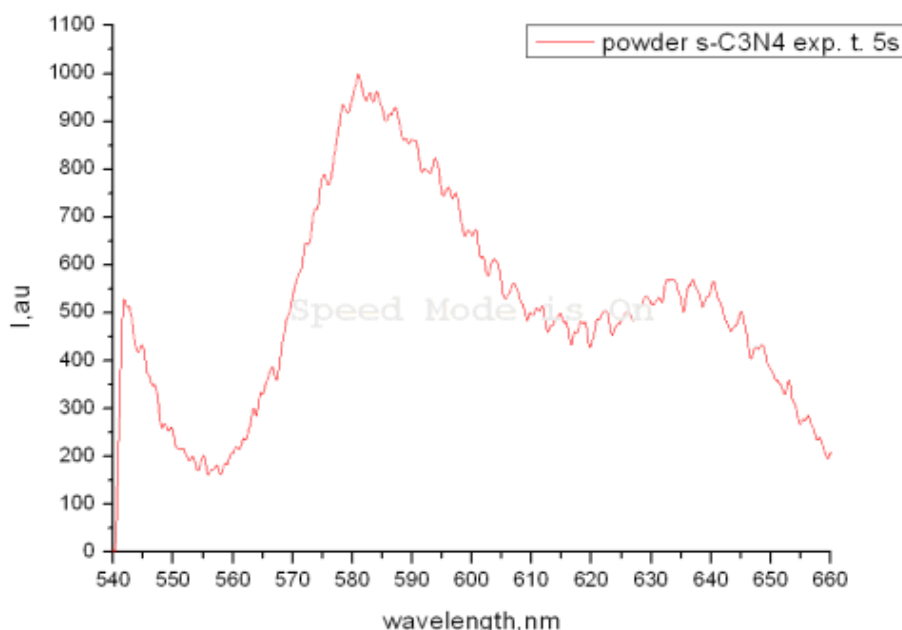
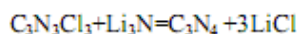


Рис. 2. Измеренный на установке спектр флуоресценции порошка сферической моды s-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

Материалы на основе C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> вызывают сильный интерес благодаря своему уникальному набору свойств [3,4], который открывает широкие возможности для использования этих материалов в различных отраслях промышленности и научных исследованиях. Одним из наиболее интересных свойств для практического применения материалов на основе C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> является их высокая флуоресценция. Принимая во внимание их низкую цитотоксичность и высокую биосовместимость, можно утверждать, что эти материалы имеют высокий потенциал применения в биоимиджинге и флуоресцентном зондировании.

#### Образец порошка с измеренной флуоресценцией

Одним из образцов, флуоресценция которых измерена на данной установке, был порошок сферической модификации нитрида углерода (s-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). Данная модификация C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> была получена с помощью реакции высокотемпературной поликонденсации с использованием нитрида лития (Li<sub>3</sub>N) в качестве нитридирующего и сшивающего агента и цианурового хлорида (C<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub>N<sub>3</sub>) в качестве строительного блока s-триазина



Наноразмерные кварцевые сферы использовались в реакторе в качестве субстрата для реакции, приводящей к получению сферической модификации нитрида углерода. Сферические частицы C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> состоят из полых сфер со средним диаметром ~ 560 нм, построенных из неупорядоченно уложенных изогнутых слоев C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> [5].

#### Выводы

Для исследования спектров, возбуждаемых лазерным источником, свойств была реализована установка, позволяющая работать с ячейками высокого давления. На этой установке были измерены спектры флуоресценции порошков на основе C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Полученные спектры подтверждают высокую способность к люминесценции. Материалы на основе C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> имеют высокий потенциал для использования в качестве визуализаторов в биоимиджинге и флуоресцентном зондировании.

#### Список литературы

1. Автоматизированный монохроматор-спектрограф Модель M-266
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://solarlaser.com/ru/products/monochromators-spectrographs/automated-monochromator-spectrograph-model-m266/#description>.
3. Kutuza I.B., Pozhar V.E., Pustovoi V.I. AOTF-Based Imaging Spectrometer for research of small-size biological objects. // Progress in Biomedical Optics and Imaging. 2005. 5143. p. 165.
4. G. Dong et al. A fantastic graphitic carbon nitride (g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) material: Electronic structure, photocatalytic and photoelectronic properties. // Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. 2014. No. 20. P.33–50.
5. Wang A. et al. Fluorescent graphene-like carbon nitrides: synthesis, properties and applications. // J.Mater. Chem. C. 2016.4. p. 8146-8160.
6. P.V. Zinin et al. Anomalous fluorescence of the spherical carbon nitride nanostructures. // Chemical Physics Letters. 2015. 633. p. 95–98.



**A SETUP FOR MEASURING THE FLUORESCENCE  
OF MATERIALS BASED ON  $C_3N_4$  USED  
FOR MEDICAL PURPOSES**

Shtelman L.V.

Scientific and Technological Center of Unique Instrumentation of Russian Academy of Sciences  
kingofnation93@mail.ru

Materials based on  $C_3N_4$  have a high level of fluorescence. Low cytotoxicity and high biocompatibility make their usage as luminescent probes for medical purposes really perspective. To study the spectral properties of materials, a setup that allows working with high-pressure cells was created. A feature of this setup is that it allows obtaining spectral data of a material that can be in both conditions: normal and under high pressures and temperatures. In the paper the results obtained under normal conditions are discussed.

**ИМПУЛЬСНЫЕ ЛАЗЕРЫ НА АИГ:ND<sup>3+</sup>  
С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ  
ГЕНЕРАТОРАМИ СВЕТА**

*Аламбиев М.В., Ляшенко А.И.*

Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН  
am0310@yandex.ru, alexs1407@yandex.ru

Рассматривается задача создания параметрических генераторов света, накачиваемых импульсными лазерами на АИГ:Nd<sup>3+</sup> с электрооптической модуляцией добротности резонатора. Предложены оптическая схема лазера с внутррезонаторной параметрической генерацией света и режим работы, позволяющие повысить эффективность преобразования излучения лазера на АИГ:Nd<sup>3+</sup> в ИК, видимый и терагерцовый спектральные диапазоны.

**Ключевые слова:** импульсные лазеры на АИГ:Nd<sup>3+</sup>, параметрические генераторы света, составной белый лазер, терагерцовое излучение.

**Введение**

Параметрические генераторы света (ПГС) с накачкой импульсными твердотельными лазерами [1] с каскадной генерацией высших гармоник, суммарных и разностных частот излучения могут быть использованы в качестве генераторов мощных импульсов излучения в наносекундном диапазоне длительностей с частотами повторения десятки Гц в ближней инфракрасной, видимой и терагерцовой спектральных областях.

С появлением нелинейных кристаллов, таких как КТР, КТА, ВВО возрос интерес к параметрической генерации света, как к способу получения перестраиваемого по длине волны лазерного излучения в излучение с большей длиной волны.

Благодаря высокой лучевой прочности и высокой нелинейности этих кристаллов техническая реализация способа стала возможной на более высоком энергетическом уровне. Для накачки ПГС наиболее широко применяются лазеры на алюмоиттриевом гранате с ионами неодима (АИГ:Nd<sup>3+</sup>). При этом излучение лазера на АИГ:Nd<sup>3+</sup> с длиной волны накачки  $\lambda_n=1064$  нм направляется на однорезонаторный ПГС, содержащий нелинейный элемент из кристалла КТР, помещённый в резонатор, входное зеркало которого прозрачно для излучения с  $\lambda_n$  и полностью отражает излучение сигнальной длины волны с  $\lambda_c$ , а выходное зеркало частично пропускает излучение с  $\lambda_c$  и полностью отражает излучение  $\lambda_n$  для генерации излучения с  $\lambda_c$  на обратном проходе [2].

Для устранения обратной связи между лазером накачки и ПГС оптическая ось резонатора ПГС устанавливаются под некоторым углом к направлению распространения излучения накачки, что снижает эффективность преобразования и искажает пространственную структуру излучения с  $\lambda_c$  из-за нарушения условия коллинеарного синхронизма [1].

**Участие в научных конференциях, семинарах.**

*10-я Международная конференция*

**АКУСТООПТИЧЕСКИЕ И РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ  
ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

*1 – 4 октября 2017, Суздаль, Россия*



*10<sup>th</sup> International Conference*

**ACOUSTOOPTIC AND RADAR METHODS FOR  
INFORMATION MEASUREMENTS AND PROCESSING**

*October 1 – 4, 2017, Suzdal, Russia*

## **ПРОГРАММА**

---

## **PROGRAMME**



МОСКВА–СУЗДАЛЬ, 2017

## СЕКЦИЯ 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

*Руководители* д.ф.-м.н., проф. **А.Н. Морозов**  
д.ф.-м.н. **В.Э. Пожар**  
к.ф.-м.н. **А.С. Мачихин**

2 октября — 12.15 – 18.00

3 октября — 10.00 – 13.00

4 октября — 10.00 – 13.00

**3.1. Оптические приборы и методы**

1. **Жижин Г.Н., Никитин А.К., Хасанов И.Ш.** Терагерцовая плазмоника в НТЦ УП РАН
2. **Никитин А.К., Хасанов И.Ш., Герасимов В.В., Та Тху Чанг** ИК-спектроскопия тонкослойных объектов с применением термостимулированных поверхностных плазмон-поляритонов
3. **Доманский В.Л., Собакин И.А., Кошелев С.М.** Электростимулятор для активации роста аксонов в нервных стволах
4. **Штельман Л.В.** Установка для измерения флуоресценции материалов на основе  $C_3N_4$  применяемых в медицинских целях
5. **Алампиев М.В., Ляшенко А.И.** Импульсные лазеры на АИГ:  $Nd^{3+}$  с параметрическими генераторами света
6. **Носов П.А.** Оптика твердотельных лазеров для изменения пространственных параметров формируемого пучка
7. **Носов П.А.** Особенности расчета оптических систем для лазерных технологий
8. **Каратеева А.А., Качурин Ю.Ю.** Вычисление аберраций III порядка для объектива в программе Zemax приестественной и классической нормировке
9. **Батшев В.И., Крюков А.В.** Расчет миниатюрных оптических систем несимметричного типа
10. **Гавлина А.Е., Батшев В.И., Новиков Д.А.** Современные методы контроля выпуклых асферических зеркал
11. **Новиков Д.А., Иванникова Н.В., Батшев В.И., Гавлина А.Е.** Интерферометр для контроля качества выпуклых асферических зеркал размером до 250 мм
12. **Балашов А.А., Вагин В.А., Нестерук И.Н., Хасанов И.Ш., Хорохорин А.И.** Новый линейный двигатель для ИК фурье-спектрометра
13. **Башкин С.В., Морозов А.Н., Светличный С.И., Фуфурин И.Л.** Расчет аппаратных функций панорамного фурье-спектрорадиометра для коррекции юстировки инфракрасного канала
14. **Голяк Иг.С., Голяк Ил.С.** Увеличение отношения сигнал/шум в спектрах комбинационного рассеяния света на статическом фурье-спектрометре