

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ

Пичугин Тимофей Семёнович  
Афанасьев Иван Андреевич

**Измерение спектров суперконтинуума,  
генерирующегося в фотонно-кристаллическом  
оптическом волокне**

Учебная практика в Институте спектроскопии РАН

Руководитель практики:  
к.ф.-м.н., старший научный сотрудник  
Мельников Алексей Алексеевич

Москва 2024-2025

# Содержание

1	Цель работы	3
2	Задачи	3
3	Ход работы	3
4	Обработка результатов	4
5	Вывод	6

# 1 Цель работы

Научиться использовать оптическое оборудование, собирать простейшие оптические схемы, измерять спектры лазерного излучения с помощью спектрометра. Исследовать процесс генерации суперконтинуума в фотонно-кристаллическом оптическом волокне SCG-800 производства фирмы Newport.

## 2 Задачи

- Собрать оптическую схему для наблюдения суперконтинуума.
- Завести излучение фемтосекундного лазера в волокно.
- Путем юстировки схемы добиться устойчивой генерации суперконтинуума и максимизировать его мощность на выходе волокна.
- Используя спектрометр, измерить и проанализировать спектры суперконтинуума при различных длинах волн и мощностях входного излучения фемтосекундного лазера.

## 3 Ход работы

Предметом исследования стало фотонно-кристаллическое оптическое волокно SCG-800 производства фирмы Newport. На Рис. 1 показано устройство одного из типов таких волокон. Суперконтинуум представляет собой когерентное электромагнитное излучение с широким спектром, которое генерируется при распространении фемтосекундного импульса внутри фотонно-кристаллического оптического волокна в результате нелинейно-оптических процессов.

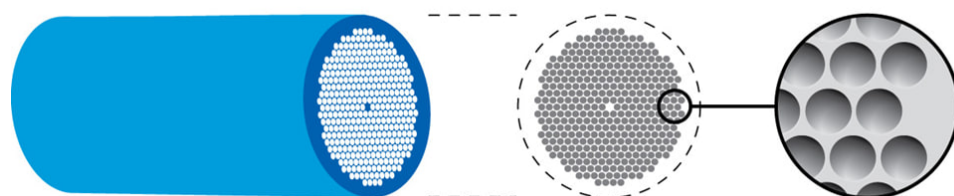


Рис. 1: Устройство типичного фотонно-кристаллического оптического волокна. Общий вид волокна (синий цвет) и вид его поперечного сечения с увеличенным изображением периодического массива заполненных воздухом полостей [<http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article641>].

Фотография экспериментальной установки приведена на Рис. 1. Излучение фемтосекундного лазера Mai Tai (Spectra Physics) фокусировалось на входной торце волокна с помощью микрообъектива. Далее путем перемещения объектива в пространстве по трем координатам достигался одномодовый режим распространения фемтосекундного импульса в волокне. Оптимизация проводилась, наблюдая за пространственным распределением и спектром излучения, выходящего из волокна. После достижения оптимального режима генерации суперконтинуума, его спектры измерялись с помощью портативного спектрометра, связанного оптическим волокном с интегрирующей сферой, на входное отверстие которой направлялся суперконтинуум. Спектры были измерены для длин волн фемтосекундных импульсов в интервале

725-925 нм с шагом 25 нм. В каждом случае мощность входного лазерного излучения варьировалась от 100 мВт до 700 мВт с шагом 100 мВт. Полученные спектры показаны на Рис. 3.

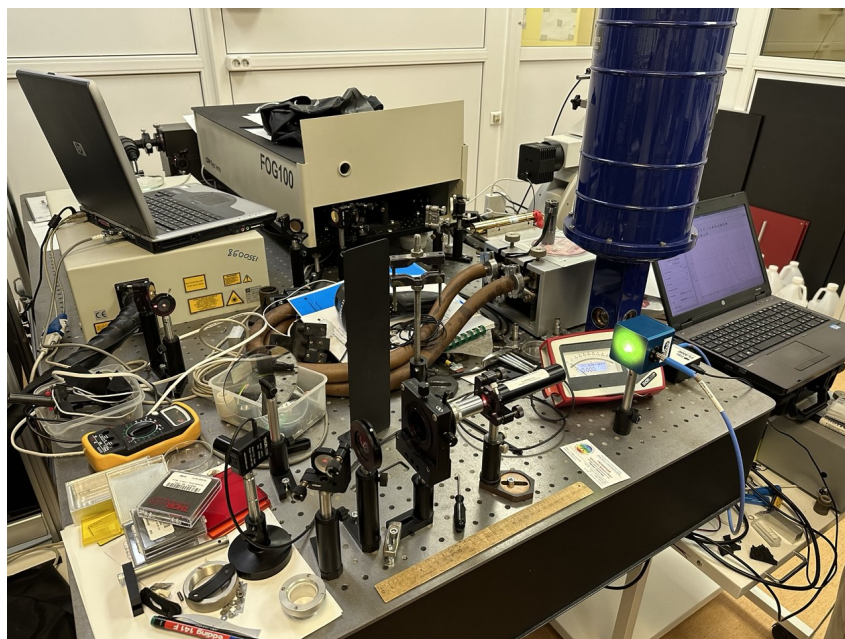
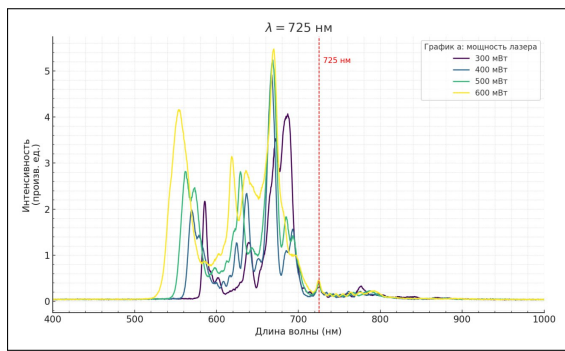


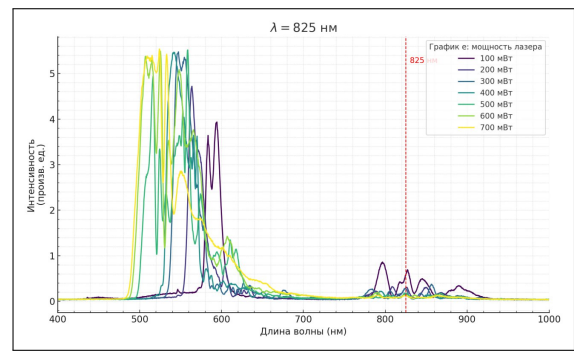
Рис. 2: : Фотография экспериментальной установки. Белая стрелка указывает на фотонно-кристаллическое оптическое волокно в оправе. Справа рядом видно зеленое излучение суперконтинуума на входном торце интегрирующей сферы.

## 4 Обработка результатов

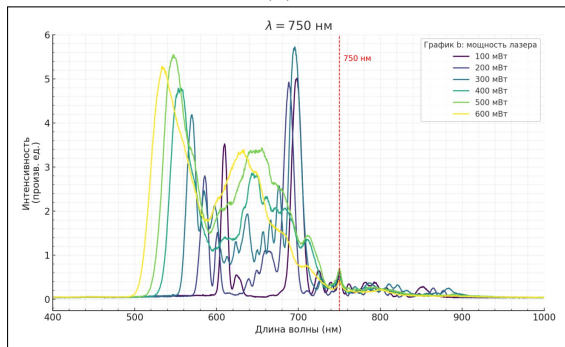
Спектры суперконтинуума, измеренные в ходе работы, приведены на Рис. 3. Спектры нормировались с учетом времени интегрирования, установленного для спектрометра.



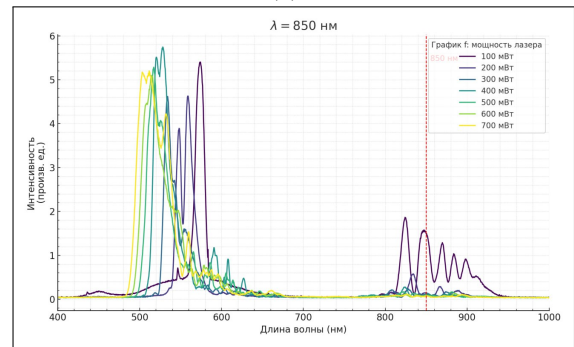
(a)



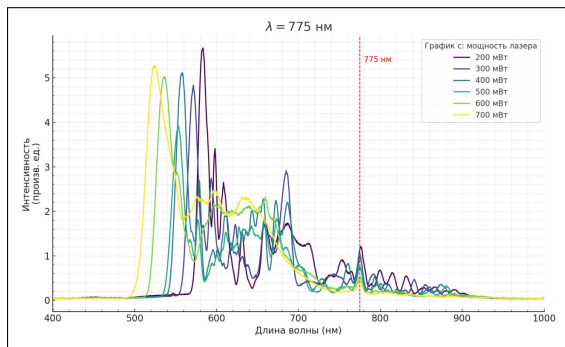
(e)



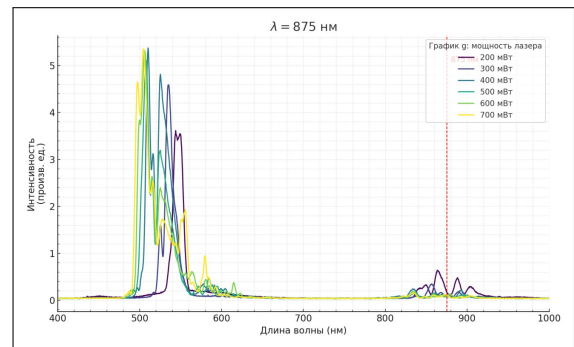
(b)



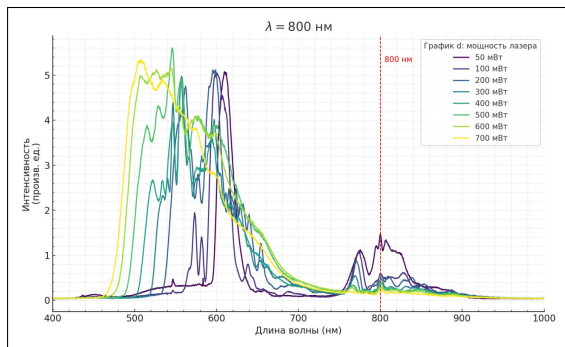
(f)



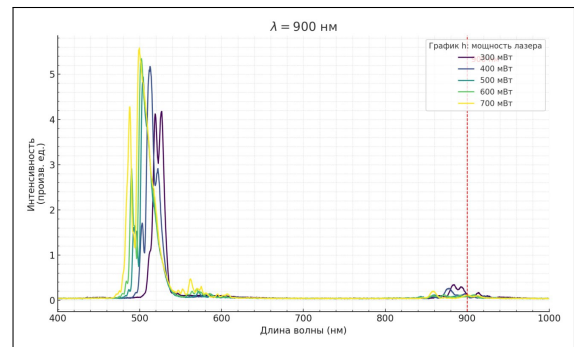
(c)



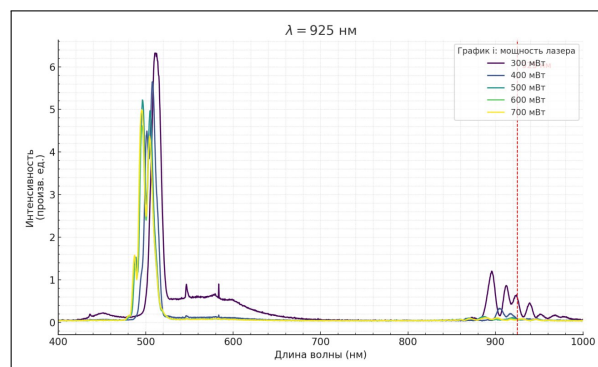
(g)



(d)



(h)



(i)

Рис. 3: Спектры суперконтинуума, измеренные при длинах волн входного фемтосекундного излучения от 725 до 925 нм с шагом 25 нм и различных его мощностях.

В идеале должен быть как бы "дельта скачок" на интервале 400-500 нм для каждой длины волны, тогда можно считать, что в нашем опыте оптимальная длина волны на входе для достижения суперконтинуума 925 нм.

## 5 Вывод

Собрана оптическая схема для генерации суперконтинуума в фотонно-кристаллическом оптическом волокне. Достигнут оптимальный режим генерации суперконтинуума и измерены его спектры при различных длинах волн и мощностях лазерного излучения. Установлено, что наибольшая ширина и наилучшая форма спектра суперконтинуума наблюдается при длине волны входного фемтосекундного лазерного излучения вблизи 800 нм. Если же длина волны превышает 900 нм, то излучение суперконтинуума содержит интенсивную узкую спектральную полосу, положение которой зависит от мощности и длины волны входного лазерного излучения.