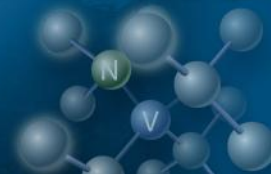


Метаматериалы для развития информационных и компьютерных технологий будущего.



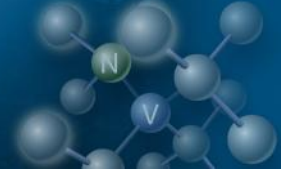
Кластер ►

ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



НАША СУПЕР-ЦЕЛЬ

Разработка эффективных наноразмерных источников одиночных фотонов «по требованию» и способов их интеграции в чипы оптических и квантовых компьютеров



NV-центры в алмазе



- Стабильный источник
- Работает при комнатных температурах
- Относительно простое и недорогое изготовление
- Широкий спектр излучения
- Продолжительное время когерентности спин



First Single Photon Source



Key Features

- True single photon output
- Diamond-based solid-state device*
- Room temperature operation
- Compact and robust unit
- Fibre coupled output

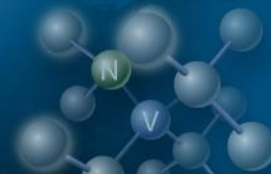
* The technology is patent protected

Specifications

- Wavelength 700 nm
- Spectral width (FWHM) 100nm
- Frequency >150 kHz
- $g^{(2)}(0) < 0.1$
- Unpolarised output
- Operating temperature 10 to 40°C
- Storage -10 to 60°C

Applications

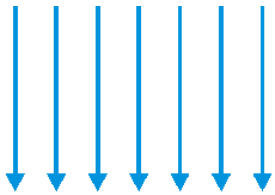
- Quantum communications
- Quantum optics
- Quantum computing
- Quantum metrology
- Optical calibration
- Microscopy
- Optical sensing



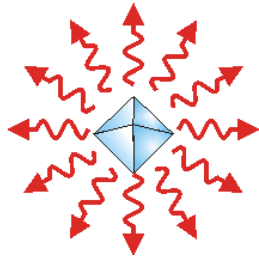
Непрерывная накачка,
то есть энергетическая
неэффективность

Недостатки Прототипа:

Частота испускания фотонов лимитируется
временем жизни возбужденного состояния
наноалмаза и малой мощностью непрерывной накачки



Оптоволокно
к потребителю



Ненаправленное и неполяризованное
излучение наноалмаза, то есть
только малая часть
неполяризованных фотонов
идет к потребителю

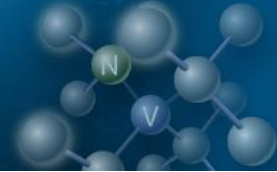
Wavelength 700 nm

Spectral width (FWHM)
100nm

Frequency = 150 kHz

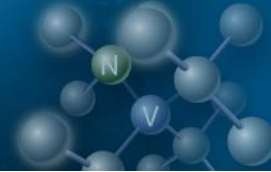
Unpolarised output
 $g^{(2)}(0) < 0.1$

Размер оптоволоконна > 10 μm , что исключает
возможность интеграции на наночипе



Предлагаемое нами устройство лишено ЭТИХ недостатков

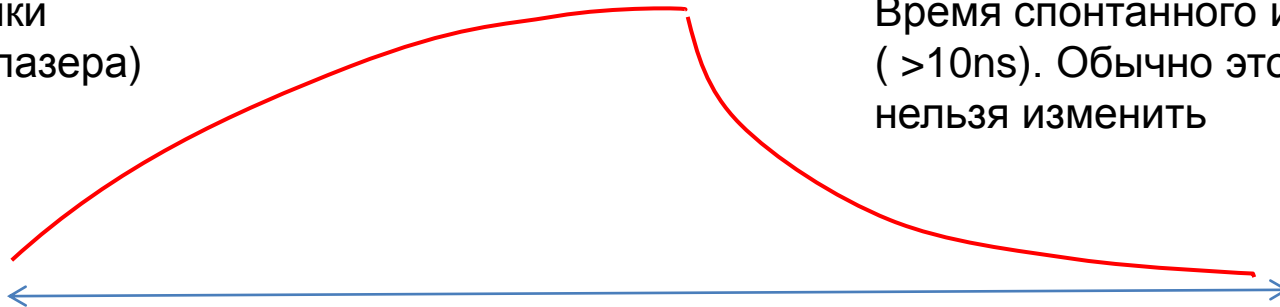
Прототип	Наш источник
Wavelength 700 nm	Wavelength 700 nm
Spectral width (FWHM) 100nm	Spectral width (FWHM) > 200nm (due to broadband HMM)
Frequency =150 kHz	Frequency =10GHz (due to high density of states of HMM)
$g^{(2)}(0) < 0.1$	$g^{(2)}(0) < 0.05$ due to pulsed pumping and HMM
Unpolarised output	Polarised out put Due to HMM anisotropy
Very low efficiency	Very high efficiency due to directivity and pulsed pumping
Большой объем не позволяет говорить об интеграции в наночипы В ПРИНЦИПЕ	Само устройство предполагает создание наночипов на его основе.



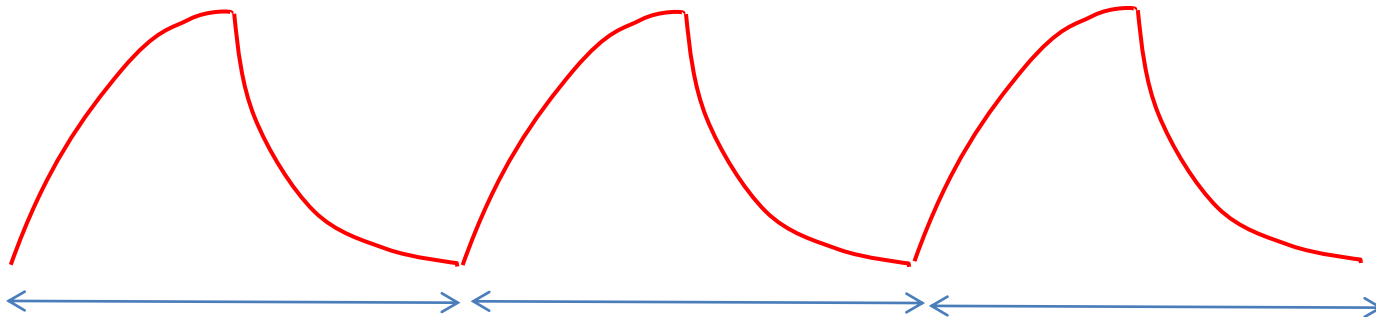
Принцип работы нашего SPS

Время накачки
(зависит от лазера)

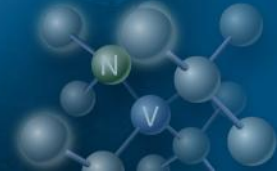
Время спонтанного излу-чения
($>10\text{ns}$). Обычно это время
нельзя изменить



Минимальное время между испусканием отдельных фотонов в прототипе SPS

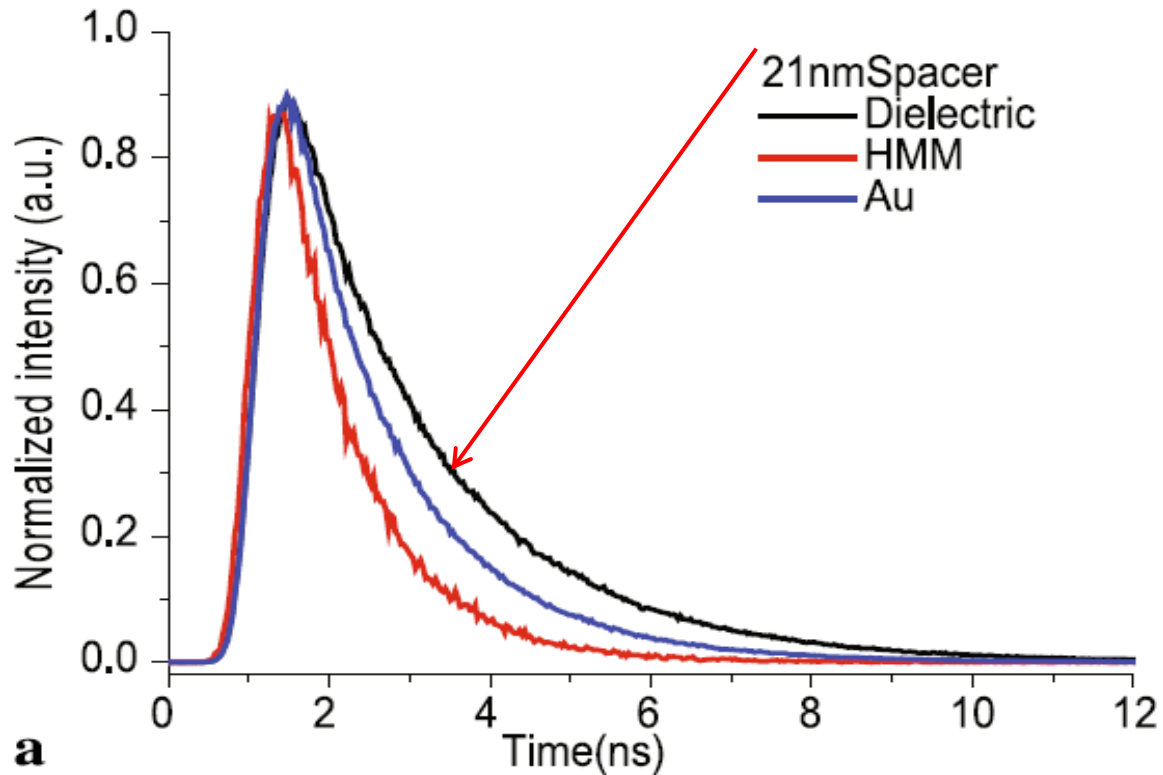


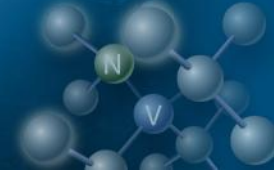
За счет использования НММ мы можем сократить время спонтанного излучения на 2-3 порядка. За счет применения импульсного источника и наноплазмонных антенн мы можем сократить время накачки и $g^{(2)}(0)$ (**доказано экспериментально**). В результате минимальное время между испусканием отдельных фотонов уменьшается на несколько порядков!!!



Первое экспериментальное доказательство времени уменьшения спонтанного излучения

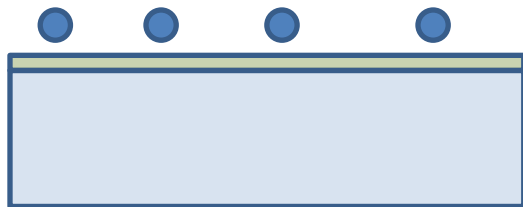
(Appl Phys B (2010) 100: 215–218)



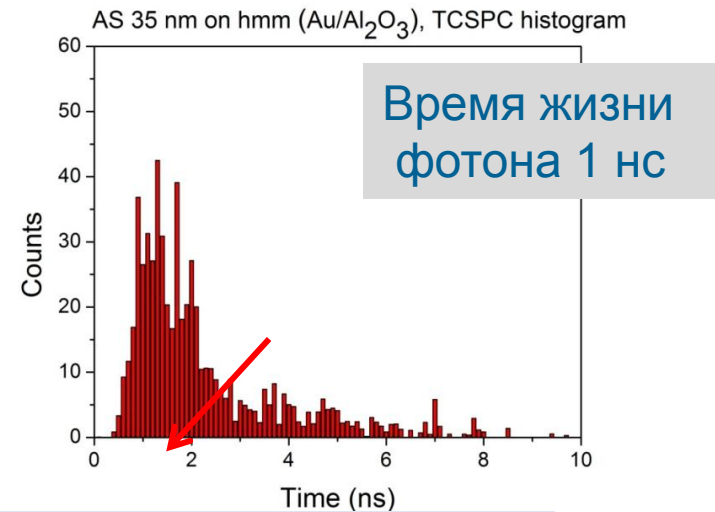
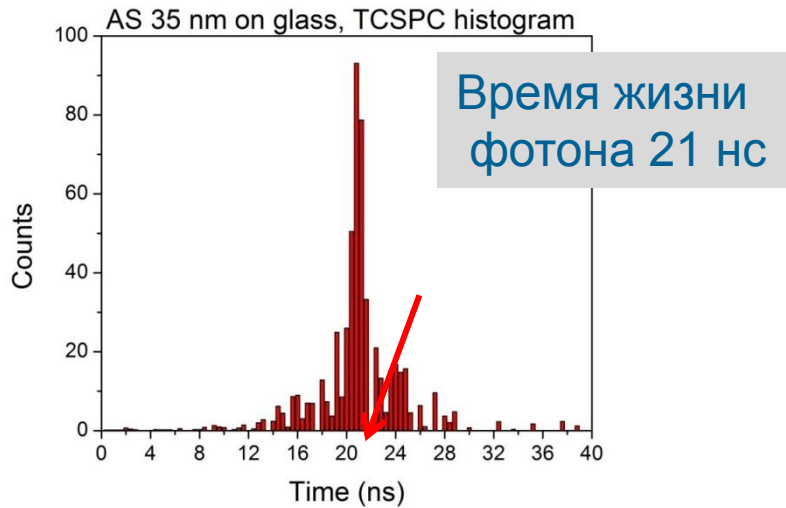
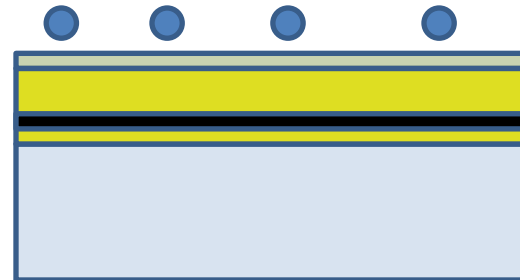


Совсем свежее подтверждение нашей идеи

Наноалмазы на стекле



Наноалмазы на HMM



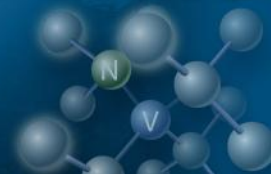
Сокращение более чем в двадцать раз!!

Таким образом предварительные работы 2011 года не только еще раз подтвердили наличие эффекта влияния ГММ, но и позволили повысить эффективность однофотонного источника (число излучаемых фотонов в 1 секунду) еще как минимум в 10 раз!

При достаточном финансировании можно уверенно говорить и об увеличении эффекта еще на несколько порядков.

I этап (1.5 - 2 года) – этап создания прототипа, на котором будет создан функционирующий макет SPS с произвольными управляемыми временами генерации фотонов (single photon on demand). Стоимость этапа 2 млн долларов. Уже на этом этапе будут достигнуты характеристики, существенно превышающие характеристики аналогов (скорость генерации и энергоэффективность).

Реализуемость основана на экспериментально доказанном эффекте и хорошо разработанной у нас технологии создания плазмонных наноплазменных антенн, нановолноводов и гиперболических метаматериалов.

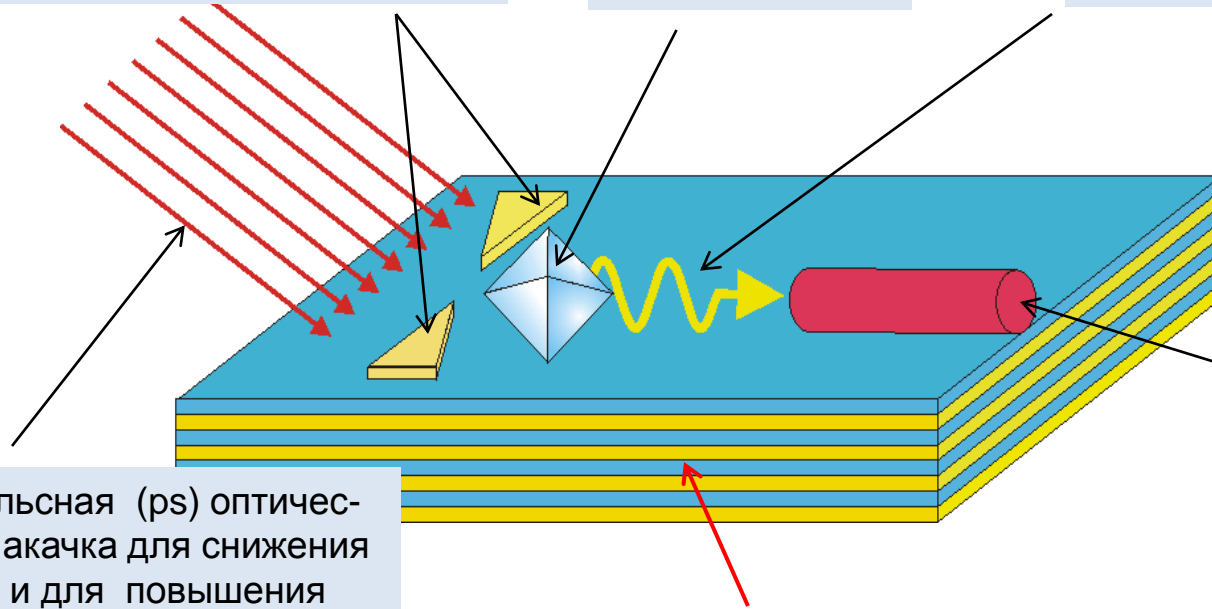


Устройство макета одноканального SPS (I этап)

Плазмонная nano-антенна для повышения эффективности накачки и временного управления SPS и для повышения направленности излучения

Нано-кристалл (4-5нм) алмаза с NV-центром

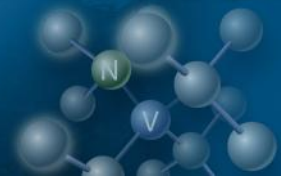
Одиночный направленный и поляризованный фотон, сгенерированный МетамаATERIALом и nanoантенной



Импульсная (ps) оптическая накачка для снижения $g^{(2)}(0)$ и для повышения энергетической эффективности

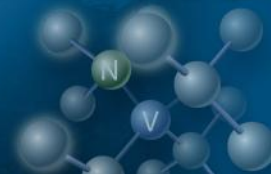
Нановолновод или плазмонная решетка, передающий фотон к оптическим или квантовым схемам обработки информации

HMM МетамаATERIAL



II этап (2 - 3 года) – этап, на котором будет создан опытно- промышленный образец SPS
Стоимость этапа 10 млн долларов.

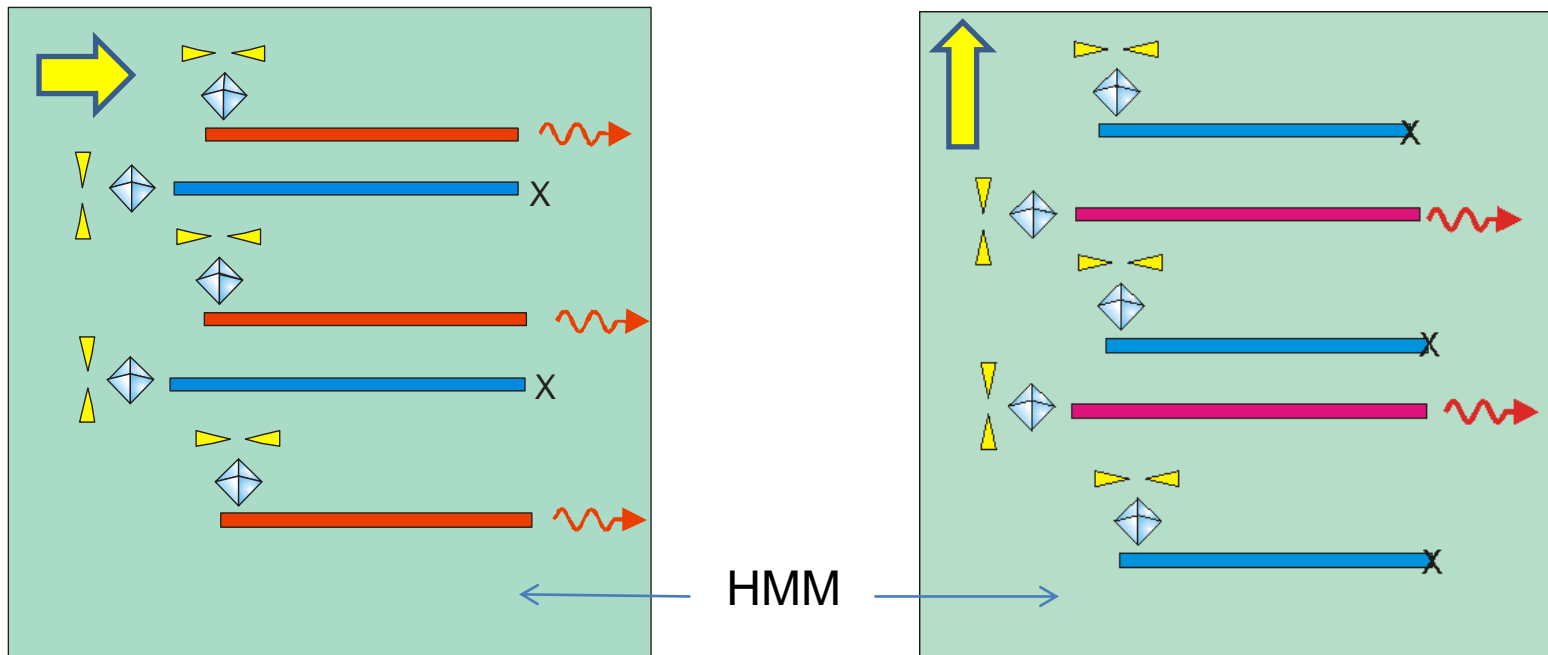
Помимо одноканального SPS будет создан наночип с многоканальным источником отдельных фотонов с произвольным временем генерации в разных каналах (Single photon on demand)



Устройство макета одноканального SPS (II этап)

ps импульс света с горизонтальной поляризацией (желтая стрелка) возбуждает только те наноалмазы, нанопантенны которых имеют горизонтальную поляризацию. Фотоны по красным нановолноводам идут к потребителю

ps импульс света с вертикальной поляризацией (желтая стрелка) возбуждает только те наноалмазы, нанопантенны которых имеют вертикальную поляризацию. Фотоны по красным нановолноводам идут к потребителю



Ключевые особенности SPS

- Использование NV-центров в наноалмазах, как стабильных источников фотонов
- Использование наноантенн и метаматериалов в качестве «усилителей излучения» и «улучшителей качества» фотонов
- Интеграция наноалмазов, наноантенн и нановолноводов в наночипы на подложке из метаматериалов открывает путь к производству квантово-оптических наночипов

Команда проекта

Генеральный директор

Успешный предприниматель в сфере инновационных технологий

Директор по коммерческим вопросам

Специалист по наноалмазам и успешный предприниматель в сфере инновационного бизнеса в США и Европе

Научный лидер

Основоположник многочисленных инновационных применений метаматериалов

Руководитель группы теоретического моделирования

Ведущий эксперт в области метаматериалов

Андрей
Смолянинов

Россия



Эрик
Кочман

США



Владимир
Шалаев

США



Василий
Климов

Россия

