

Квантовые технологии

КАТАЛОГ

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова является лидером в России в области развития технологий квантовой оптики, создания электронной компонентной базы для квантовых компьютеров, защищённых систем квантовой связи и криптографии - как через волоконно-оптические, так через атмосферные каналы.

В декабре 2019 года Московский университет был признан победителем в конкурсном отборе "сквозных технологий" в направлении "Квантовые технологии". В итоге, решением конкурсной комиссии, МГУ имени М.В.Ломоносова стал получателем гранта на государственную поддержку центров компетенций Национальной технологической инициативы. В целях выполнения комплексного проекта по сквозной технологии «Квантовые технологии» и коммерциализации его результатов на физическом факультете был создан Центр квантовых технологий МГУ (<https://quantum.msu.ru/>).

Следует отметить, что для развития квантовых технологий Московский Университет и, особенно, физический факультет, является уникальным местом - здесь создано и успешно работает несколько широко известных в мире научных Школ, обеспечивающих весомый задел МГУ в фундаментальных, образовательных и прикладных аспектах. Это Школы Квантовой оптики (Д.Н.Клышко), Квантовых измерений (В.Б.Брагинский), Взаимодействия излучения с веществом (Л.В.Келдыш) и Квантовой одноэлектроники (К.К.Лихарев). В настоящее время функционирует научно-образовательная Школа «Фотонные и квантовые технологии, цифровая медицина» - одна из семи в Московском Университете - в рамках которой ведутся исследования и разработки по квантовым технологиям.

Помимо фундаментальных исследований, в Центре ведутся разработки по всем направлениям современных квантовых технологий – коммуникациям, вычислениям и сенсорам. Большое внимание уделяется подготовке квалифицированных кадров и освоению практических навыков работы с современной измерительной аппаратурой: разработаны магистерские программы, программы повышения квалификации, дистанционные курсы, а также уникальный практикум, работающий как в очном, так и в дистанционном формате.

Жизнь Центра строится в соответствии с Программой - комплексным документом, утвержденным ректором МГУ. Программа ориентирована на 4 года и обеспечивается финансированием из госбюджета (около 1 млрд. руб.) и привлеченных средств (около 1 млрд. руб.).

Утвержден документ, определяющий дальнейшую судьбу Центра – Стратегия его развития.

Деятельность Центра тесно связана с **Консорциумом** - кооперацией научно-образовательных и коммерческих организаций, реализующих Программу. География Консорциума обширна – в него входят организации из Санкт-Петербурга, Новосибирска, Казани, Пензы, Саратова, Черноголовки, Томска и Троицка. В состав Консорциума, кроме лидера - МГУ, входят 19 организаций, в том числе:

шесть ведущих ВУЗов России:

- Санкт-Петербургский государственный университет;
- МГТУ имени Н.Э.Баумана;
- Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ;
- Национальный исследовательский университет МИЭТ;
- Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР);
- Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского;

пять институтов РАН:

- Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»;
- Институт физики полупроводников имени А.В.Ржанова СО РАН;
- Институт физики твердого тела РАН;
- Физико-технологический институт РАН;
- Институт общей физики имени А.М.Прохорова РАН;

четыре коммерческие компании – индустриальные партнеры Центра:

- ОАО "ИнфоТеКс";
- НТП "Криптософт";
- НПК «Авеста-Проект»;
- Издательский дом «Электроника».

некоммерческие организации:

- Иннопрактика;
- «Кванториум» г. Саратов;

представители двух государственных корпораций:

- ВНИИА имени Н.Л.Духова (Росатом);
- концерн "Автоматика" (Ростех);

общественная организация:

- Ассоциация защиты информации.

В настоящем каталоге представлены наиболее зрелые и перспективные продукты и технологии, созданные в ЦКТ. Это постоянно обновляющееся издание, которое учитывает текущий статус этих продуктов, включающий основные параметры и уровень технологической готовности.

Квантовые коммуникации	TRL-8 Квантовый телефон	1
	TRL-8 Система автоматической доверенной доставки криптографических ключей	2
Квантовые вычисления	TRL-4 Квантовый симулятор на основе одиночных нейтральных атомов	3
	TRL-4 Линейно-оптический квантовый симулятор	4
Квантовые сенсоры	TRL-7 Квантовый датчик случайных чисел	5
	TRL-6 Счетчик фотонов в ближнем ИК-диапазоне	6
	TRL-4 Одноатомный транзистор	7
	TRL-4 Линейно-оптический преобразователь	8
Подготовка кадров	TRL-9 Научно-образовательный практикум по квантовой оптике и квантовой информатике	9

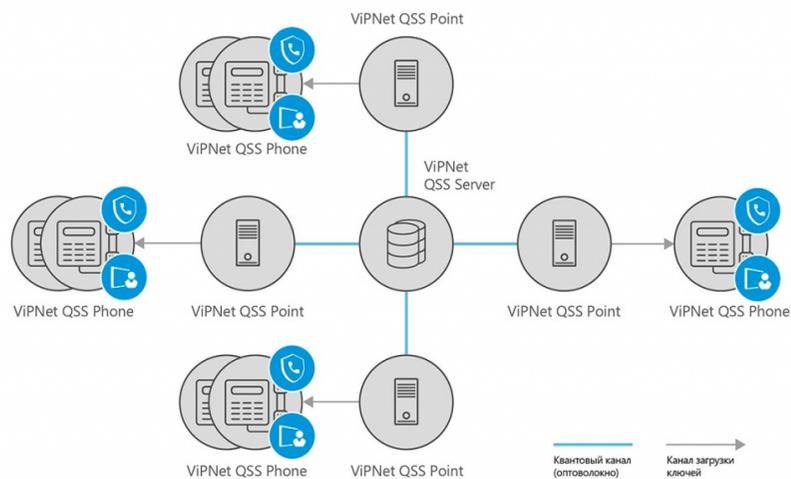
Квантовый телефон

Совместная разработка Центра квантовых технологий МГУ и ОАО «ИнфоТеКС»

Интеграционное решение квантовой криптографической системы выработки и распределения ключей с защищенным IP-телефоном обеспечивает защищенное информационное взаимодействие абонентов, при котором голосовая связь и обмен сообщениями в чате шифруется на ключах, неизвестных даже администратору сети. **Система производится одним из ведущих производителей средств криптографической защиты информации — компанией ИнфоТеКС под маркой ViPNet QSS (Quantum Security System). Пилотные образцы доступны для заказа.**

Центром квантовых технологий МГУ для компании ИнфоТеКС разработаны:

- протокол квантового распределения ключей;
- техническая реализация протокола квантового распределения ключей;
- физический квантовый генератор случайных чисел.



- Топология сети — Звезда.
- Полностью автоматическая регулярная смена ключей шифрования.
- Возможность «ручного» запроса на выработку новых ключей в любой момент.
- Длина квантового канала 25 километров при организации системы трехуровневого каскада оптических коммутаторов.

Потенциальные потребители

- Крупные компании
- Банки
- ФОИВ
- Государственные организации с высокими требованиями к секретности коммуникаций

Преимущества перед аналогами

- Обеспечивает стойкость по отношению к алгоритмам взлома СКЗИ реализуемым на квантовом компьютере.
- Применяемый протокол КРК согласован с ФСБ России.
- Стойкость к атакам на зашифрованную в прошлом информацию в случае компрометации СКЗИ.

Исследования			Прототип			Серия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эксперимент						Внедрение		

TRL-8

Пилотные образцы доступны для заказа

Технические решения защищены патентами:

1. RU2691829 Устройство квантовой криптографии
2. RU2662641 — Квантовый генератор случайных чисел

Система автоматической доверенной доставки криптографических ключей

Совместная разработка Центра квантовых технологий МГУ и
ОАО «ИнфоТекС»

Предлагается беспрецедентный уровень защиты информации, достигнутый за счет реализации квантового распределения ключей для канального шифратора IP-трафика. Система производится одним из ведущих производителей средств криптографической защиты информации — компанией ИнфоТекС под маркой ViPNet Quandor. Пилотные образцы доступны для заказа.

Центром квантовых технологий МГУ для компании ИнфоТекС разработаны:

- протокол квантового распределения ключей;
- техническая реализация протокола квантового распределения ключей;
- физический квантовый генератор случайных чисел.



- Протокол КРК — Оригинальный протокол на геометрически однородных когерентных состояниях (GUCS — Geometrically Uniform Coherent States)
- Стойкость протокола — Соответствует «Временным требованиям ККС ВРК (СКЗИ)» ФСБ России от 3.08.2017 г.
- Датчик случайных чисел — Физический, реализованный с использованием законов квантовой физики

- Рабочий диапазон температур — от 0 до +45 °С
- Относительная влажность — не более 93 %
- Габаритные размеры — не более 19" 2RU (482.6x88.1x661.0 мм)
- Металлический корпус с датчиком несанкционированного доступа

Потенциальные потребители

- Крупные компании
- Банки
- Провайдеры связи и систем хранения и обработки данных

Преимущества перед аналогами

- Разработан по принципам СКЗИ в соответствии с требованиями ФСБ РФ
- Применен физический квантовый генератор истинно случайных чисел
- Автоматическая работа после ввода в эксплуатацию

Технические решения защищены патентами:

1. RU2665249 — Способ управления интерференционной картиной в однопроходной системе квантовой криптографии
2. RU2706175 — Способ квантового распределения ключей в однопроходной системе квантового распределения ключей
3. RU2662641 — Квантовый генератор случайных чисел

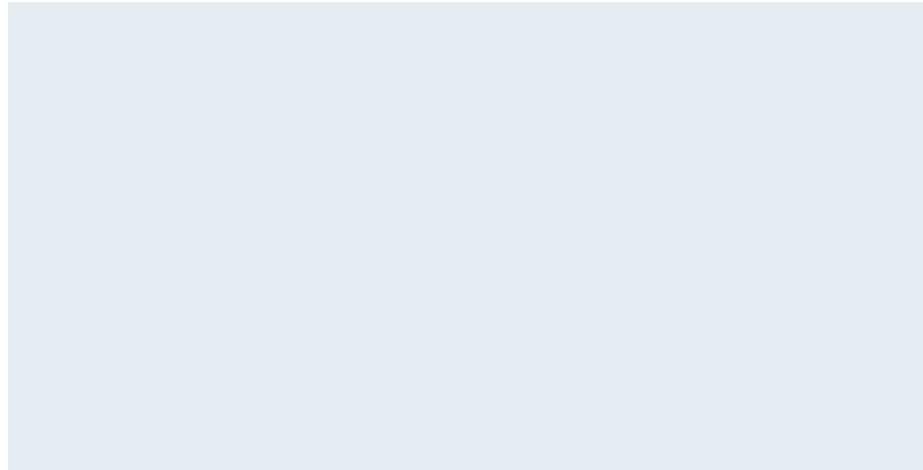
Исследования			Прототип				Серия	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эксперимент						Внедрение		

TRL-8

Пилотные образцы
доступны для заказа

Квантовый симулятор на основе одиночных нейтральных атомов

Цифровой квантовый симулятор – это устройство для выполнения специализированных квантовых алгоритмов для решения задач моделирования квантовых систем и широкого круга оптимизационных задач. В основе одного из прототипов квантового симулятора, разрабатываемого в ЦКТ МГУ, лежит квантовый регистр из одиночных атомов рубидия, захваченных в массив оптических пинцетов. Эта технология позволяет создавать двумерные массивы атомов с контролируемым взаимодействием, которые можно использовать в качестве физических кубитов в квантовом симуляторе. В скором времени будет реализована система облачного доступа к разрабатываемому симулятору.



Потенциальные потребители

-

Преимущества перед аналогами

-



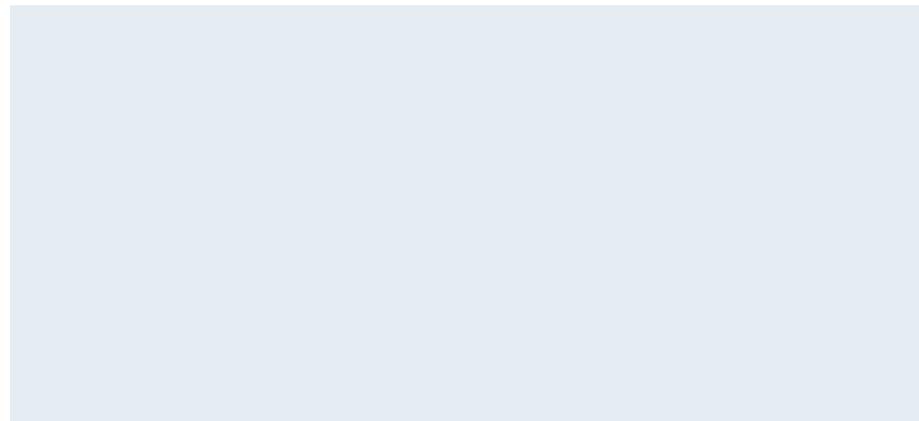
TRL-4

Лабораторный образец

Интеллектуальная собственность

1.

Линейно-оптический квантовый симулятор



Потенциальные потребители

-

Преимущества перед аналогами

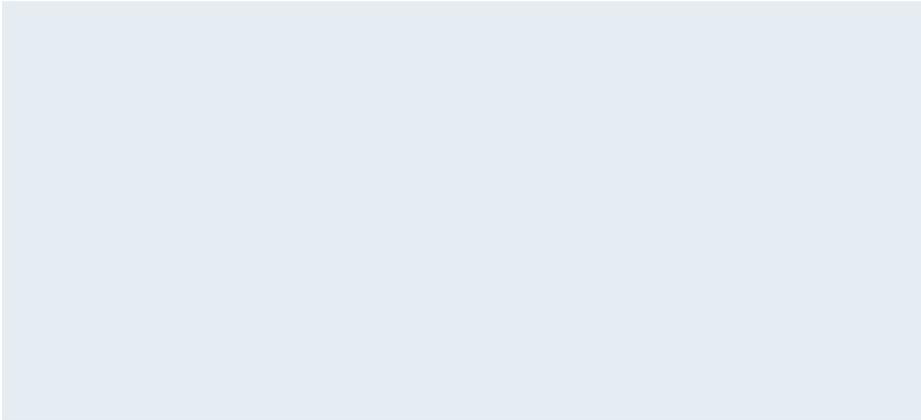
-



Интеллектуальная собственность

- 1.

Квантовый датчик случайных чисел



Потенциальные потребители

-

Преимущества перед аналогами

-



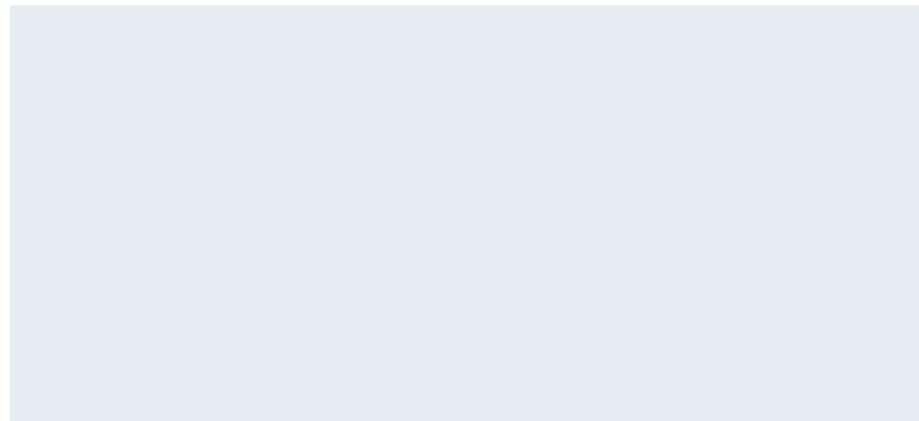
TRL-7

Предсерийный образец

Интеллектуальная собственность

- 1.

Счетчик фотонов в ближнем ИК-диапазоне



Потенциальные потребители

-

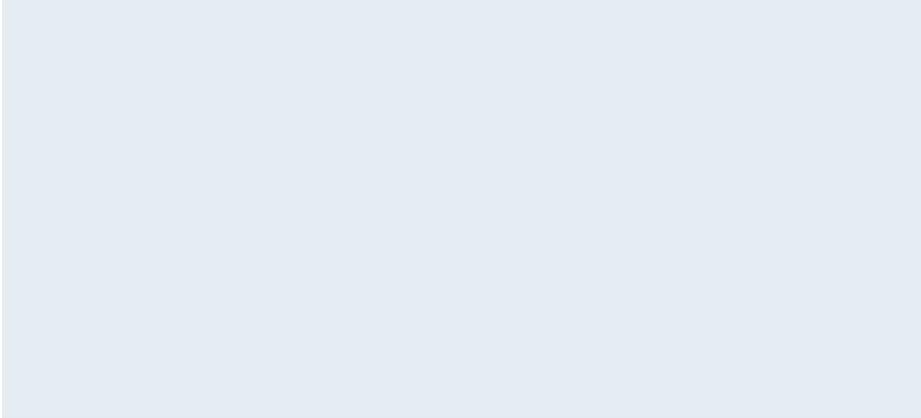
Преимущества перед аналогами

-



Интеллектуальная собственность
1.

Одноатомный транзистор



Потенциальные потребители

-

Преимущества перед аналогами

-



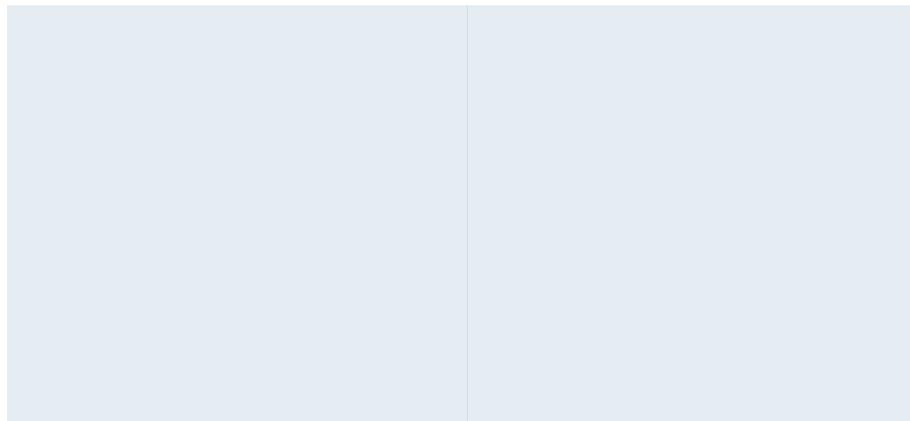
TRL-4

Лабораторный образец

Интеллектуальная собственность

- 1.

Линейно-оптический преобразователь



Потенциальные потребители

-

Преимущества перед аналогами

-



TRL-4

Лабораторный образец

Интеллектуальная собственность

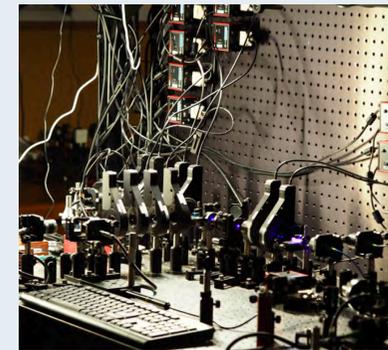
1.

Научно-образовательный практикум по квантовой оптике и квантовой информатике

Одним из самых сложных и вместе с тем востребованных в современном мире разделов физики является квантовая физика. Ее востребованность обусловлена развитием квантовых (в особенности квантово-информационных) технологий. В то же время, ее сложность связана с тем, что ее базовые принципы полностью противоречат нашему опыту. Данный практикум позволяет экспериментально исследовать базовые законы квантовой физики (принцип суперпозиции, соотношение неопределенностей, явление перепутанности, нарушение неравенств Белла и др.) на примере задач квантовой информатики (квантовое распределение ключа, квантовый генератор случайных чисел, томография квантовых состояний и процессов), реализованных на самой простой и наглядной физической платформе платформе квантовой оптики.



Поляризационная оптика



Квантовая оптика

Потенциальные потребители

- Образовательные организации
- Научные организации
- Индустриальные компании, работающие в области квантовых технологий

Преимущества перед аналогами

- Универсальный — небольшое число модулей позволяет решать большое число учебных и исследовательских задач
- Модульный — возможность подобрать индивидуальную конфигурацию и в дальнейшем расширить её новыми модулями
- Удаленный доступ — возможность выполнять работы дистанционно, управляя аппаратурой через сеть Интернет

Исследования	Прототип	Серия
1	2	3
4	5	6
7	8	9

TRL-9

Серийное производство

Интеллектуальная собственность

1. Встроенное программное обеспечение коррелятора импульсов — RU2019662679
2. Программный комплекс для работы с коррелятором импульсов — RU2019662680
3. Учебно-научный лабораторный стенд для квантовой оптики и квантовой информатики — RU2734455

