

УДК 535.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕТЕРОДИННОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА КВАНТОВОЙ КОММУНИКАЦИИ С ТОПОЛОГИЕЙ «ЗВЕЗДА»

Фадеев М.А. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Козубов А.В. (Университет ИТМО)

В данной работе предлагается реализация топологии «звезда» для протокола квантовой коммуникации с использованием технологии квантового распределения ключа на боковых частотах. Для этого необходимо использовать несколько модулирующих сигналов, что усложняет их различение для клиентов. Для решения данной проблемы предлагается использовать метод последовательного гетеродинного анализа сигналов.

Введение. В настоящее время актуальность вопроса информационной безопасности общепризнана и определяется трендом развития криптографически стойких систем и сетей передачи информации. Технологии квантовой коммуникации является перспективным подходом к обеспечению безопасности передачи данных. В частности, системы квантового распределения ключа (КРК) рассматривают как наиболее перспективный способ защиты информации. На его основе возможно построение высокозащищенных каналов передачи данных. При этом уровень безопасности, обеспечиваемый такими каналами, многократно превосходит любой из существующих классических подходов. Большая часть систем квантового распределения ключа передает ключ между двумя точками. Для ускорения внедрения данной технологии необходимо ее масштабировать, используя один передающий блок и несколько приемных. Данная топология носит название «Звезда». Одним из возможных вариантов создания сети с данной топологией является система квантовой коммуникации на боковых частотах использованием частотного мультиплексирования. Для его реализации необходимо подать 2 информационных радиосигнала с разной частотой на один электрооптический модулятор.

Основная часть. В данной работе решаются проблемы фильтрации оптических сигналов и реализации частотного мультиплексирования. Осуществить это возможно с помощью делителя Уилкинсона, который позволяет объединить 2 высокочастотных сигнала не смешивая их. Полученным сигналом модулируется когерентное излучение лазера. В результате этого в оптическом спектре появляются гармоники на частотах $\omega_k = \omega_0 + k\Omega_{1,2}$, где ω_0 – частота несущей лазера, $\Omega_{1,2}$ – частоты модулирующих сигналов, k – целое число. После этого полученный спектр излучения попадает на перестраиваемый аттенюатор, на котором вставляется такое значение затухания, чтобы суммарно на всех боковых частотах была мощность, соответствующая средней мощности однофотонного излучения. Ослабленное таким образом излучение передается по оптическому волокну на приемную сторону. Пришедший сигнал от передающего модуля смешивается с оптическим излучением локального осциллятора, который представляет собой полупроводниковый перестраиваемый лазер с узкой спектральной линией, на светоделителе с двумя входами и двумя выходами. Полученный сигнал подается на плечи балансного детектора, основанного на классических pin-фотодиодах, на чувствительных площадках которых происходит нелинейное смешение двух излучений. Длина волны перестраиваемого лазера подбирается таким образом, что разностная частота от смешения сигнала на боковой частоте и локального осциллятора попадает в полосу пропускания балансного детектора. Таким образом перестраивая частоту лазера на приемной стороне возможно различать 2 и более боковые частоты, в которых закодирована информация. Для извлечения информации из радиочастотного сигнала возможно применение фазового детектора, схема которого известна в радиотехнике уже несколько десятков лет.

Выводы. Применение гетеродинного метода приема для системы квантовой коммуникации на боковых частотах позволит реализовать топологию «звезда», при которой несколько клиентов будут связаны с одним передатчиком, что позволит существенно упростить внедрение данной технологии для критической инфраструктуры, например для банков, больниц или силовых структур. Также данный подход позволит более эффективно использовать спектр частотной сетки мультиплексирования.

Фадеев М.А. (автор)

Подпись

Козубов А.В (научный руководитель)

Подпись