

УДК 535.8

КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕТЕКТОРА ОДИНОЧНЫХ ФОТОНОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КОГЕРЕНТНЫХ И ФОКОВСКИХ СОСТОЯНИЙ

Кириченко Д.Н. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – Наседкин Б.А.
(Университет ИТМО)

В работе проведены измерения квантовой эффективности полупроводникового детектора одиночных фотонов на кратных длинах волн с различной статистикой используемого излучения.

Введение. Квантовая криптография – это область науки и техники, занимающаяся созданием систем распределения между авторизованными пользователями ключей, защищенность которых основывается на законах физики. Но, так как это способ защиты информации, актуальными становятся задачи исследования атак на такие системы, этим занимается область квантового взлома. В системах квантового распределения ключа используется множество различных оптических элементов, таких как аттенюаторы, изоляторы, модуляторы, брэгговские решетки и так далее. Их спектральные характеристики значительно меняются при выходе из рабочего диапазона длин волн. В связи с этим, актуальным становится возможность реализации атак с использованием длины волны, отличающейся от основной в системе. При использовании кратных длин волн появляется возможность использования эффекта двухфотонного поглощения. Реализация такой атаки может дать толчок развитию этого прикладного направления.

Основная часть. В основе метода лежит эффект двухфотонного поглощения. Для определения квантовой эффективности был выбран полупроводниковый детектор одиночных фотонов ID120 компании ID Quantique с окном восприимчивости в видимом диапазоне. В данном диапазоне были выбраны две точки с различными квантовыми эффективностями. Для определения квантовой эффективности были использованы различные источники излучения, которые можно охарактеризовать как когерентные и фоковские. Использование когерентного источника приводило к результатам, соответствующим заявленным значениям квантовой фотодетектора. Если же направить излучение с определённым числом фотонов на изучаемый детектор одиночных фотонов, полученные отсчеты должны свидетельствовать о реализации эффекта двухфотонного поглощения, в результате которого два фотона инфракрасной части спектра воспринимаются детектором как один фотон из видимой области, энергия которого равна удвоенной энергии фотонов излучения лазера. С учетом вероятности излучения пар фотонов квантовая эффективность детектора для такого процесса должна совпасть с квантовой эффективностью детектора для случая детектирования лазерного излучения с удвоенной частотой. Для реализации такого эксперимента было выбрано два источника лазерного излучения с длинами волн 532 нм и 1064 нм.

Выводы. Полученные результаты в дальнейшем позволят определить возможность реализации атаки с двухфотонным ослеплением детектора на экспериментальных и коммерческих устройствах квантовой рассылки ключа, исследовать дополнительные уязвимости таких систем, и помогут в разработке превентивных мер защиты реальных устройств.