Применение кремниевых лавинных фотодиодов для регистрации одиночных фотонов в установке по квантовой криптографии

Д.Б. Третьяков^{1,2}, А.В. Коляко^{1,2}, А.С. Плешков^{1,2}, В.М.Энтин^{1,2}, И.И.Рябцев^{1,2},
В.В. Преображенский¹, И.Б. Чистохин¹, И.Г. Неизвестный^{1,3}

¹ Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова, 1

³ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, 630090, пр. К. Маркса, 20
тел: +7 (383) 333-2408, эл. почта: dtret@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-113

В квантово-криптографических линиях связи защита передаваемой информации от подслушивания обеспечивается законами квантовой механики. Передавая одиночные фотоны по оптоволоконной или атмосферной линии связи, отправитель и получатель генерируют секретный двоичный ключ. Далее отправитель зашифровывает свое сообщение с помощью данного ключа и пересылает его получателю по открытому каналу [1]. В атмосферных квантовых линиях связи используется излучение с длиной волны в диапазоне 700÷900 нм, соответствующему окну прозрачности атмосферы. Для регистрации одиночных фотонов применяются кремниевые лавинные фотодиоды, у которых квантовая эффективность в данном диапазоне длин волн больше, чем у других лавинных фотодиодов.

В созданной нами атмосферной квантово-криптографической установке основу однофотонных детекторов составляют кремниевые лавинные фотодиоды С30902S производства фирмы «EG&G Optoelectronics». Для регистрации одиночных фотонов лавинные фотодиоды вводятся в постоянный гейгеровский режим, для чего напряжение питания фотодиодов поднимается выше напряжения пробоя, а также используется схема с пассивным гашением лавины. Для уменьшения частоты темновых импульсов фотодиоды охлаждаются до температуры 0° С. При таких параметрах максимальная эффективность однофотонной регистрации составляет 23%, а частота темновых импульсов с учетом стробирования – 500 Гц.

Рис.1. Экспериментальные зависимости скорости генерации «просеянного» квантового ключа (левая шкала) и уровня ошибочных битов (правая шкала) от времени.

В данной работе представлены экспериментальные результаты, демонстрирующие долговременную стабильность работы нашей установки, которая генерирует квантовый ключ по протоколу BB84 с помощью поляризационного кодирования. Показано, что скорость генерации «просеянного» квантового ключа и уровень ошибочных битов в ключе оставались постоянными в течение 1 часа и равнялись 10 кбит/с и 6.5% (см. Рис.1), соответственно, при расстоянии между передатчиком и приемником, равном 20 см [2]. Приведены теоретические зависимости скорости генерации секретного квантового ключа от коэффициента пропускания квантового канала для детекторов одиночных фотонов, которые использовались в данном эксперименте, и новых

детекторов с эффективностью регистрации 48% и частотой темновых импульсов 180 Гц.

Работа поддержана грантом Министерства науки и высшего образования № 075-15-2020-797 (13.1902.21.0024).

Литература

- [1] N. Gisin et al // Rev. of Mod. Phys. 2002. Vol. 74. P. 145-195.
- [2] А.В. Коляко и др. // Сибирский физический журнал. 2021 (принято в печать).