

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО СЧЕТЧИК ФОТОНОВ НА БАЗЕ ЛАВИННОГО ФОТОДИОДА

А.О. ЗЕНЕВИЧ, А.М. ТИМОФЕЕВ, С.И. АКУЛИЧ

Для защиты информации, транслируемой по оптическим каналам связи, используются квантовые криптографические методы [1]. Передача информации по таким каналам осуществляется предельно слабыми оптическими сигналами, содержащими до десятка фотонов, приходящихся на один бит информации. Одним из наиболее чувствительных методов регистрации оптического излучения является метод счета отдельных фотонов [2]. Для реализации метода счета фотонов все более широкое применение находят полупроводниковые фотоприемники, такие, как лавинные фотодиоды (ЛФД) [3]. Поэтому в качестве приемного модуля для таких каналов применяются счетчики фотонов на лавинных фотодиодах. До настоящего времени не были выполнены экспериментальные исследования влияния режимов эксплуатации ЛФД, работающих в режиме счета фотонов, например, влияния напряжения питания и мощности оптического сигнала на пропускную способность оптического канала связи. В связи с этим целью данной работы является установление зависимости пропускной способности оптического канала связи, содержащего в качестве приемного модуля счетчик фотонов на ЛФД, от напряжения его питания и мощности регистрируемого оптического сигнала.

В качестве объектов исследования использовались кремниевые лавинные фотодиоды со структурами p^+n-v-n^+ и $n^+p-\pi-p^+$, где v и π — слаболегированные области n и p -типа соответственно. Были выбраны фотоприемники этого типа, так как они позволяют реализовать режим счета фотонов при комнатных температурах [4].

Определены зависимости скорости передачи информации от напряжения питания ЛФД для постоянного порогового уровня. Установлено, что для ЛФД со структурой p^+n-v-n^+ максимуму этой зависимости соответствовало перенапряжение $\Delta U=0,5$ В, а для ЛФД со структурой $n^+p-\pi-p^+$ $\Delta U=0,6$ В.

Установлены зависимости скорости передачи информации от мощности оптического сигнала W : каждая зависимость имеет максимум, наличие которого можно объяснить проявлением эффекта мертвого времени τ_d ЛФД, в результате чего часть фотонов излучения не регистрируется. Оценка

длительности мертвого времени показала, что оно составляло $\tau_d=1,2$ мкс для ЛФД со структурой p^+n-v-n^+ и $\tau_d=1,0$ мкс для ЛФД со структурой n^+p-p-p^+ .

Была получена пропускная способность оптического канала связи $C_{max}\approx 100$ кбит/с при мощности оптического сигнала $W=3,0\cdot 10^{-12}$ Вт, подаваемого на ЛФД со структурой n^+p-p-p^+ , и $C_{max}\approx 90$ кбит/с при $W=3,3\cdot 10^{-12}$ Вт для ЛФД со структурой p^+n-v-n^+ .

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для получения наибольшей пропускной способности оптического канала связи, содержащему в качестве приемного модуля счетчик фотонов на лавинном фотодиоде, необходимо подбирать оптимальные напряжения питания ЛФД и мощность оптического сигнала, транслируемого по каналу.

Литература

1. *Килин С.Я.* // Успехи физических наук. 1999. Т.169, № 5. С. 507–526.
2. *Ветохин С.С., Гулаков И.Р., Перцев А.Н., Резников И.В.* Одноэлектронные фотоприёмники. М., 1986. С. 160.
3. *Гулаков И.Р., Холондырев С.В.* Метод счета фотонов в оптико-физических измерениях. Минск, 1989. С. 232–238.
4. *Гулаков И.Р., Зеневич А.О., Тимофеев А.М.* // Тезисы докладов XXI Междунар. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения 25–28 мая 2010 г. Москва, Россия. С. 139–140.