

УДК 621.375.8

## **МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СТАБИЛИЗИРУЕМОГО УРОВНЯ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКОГО ЭРБИЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ**

**Назаренко В.Н.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Дмитращенко П.Ю.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель – к.т.н. Дмитращенко П.Ю.**

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

### **Введение.**

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) в настоящее время применяются в сетях различного масштаба: на их основе построены магистральные, региональные, городские и трансконтинентальные линии связи. Вносимые потери в ВОЛС составляют 10-20 дБ на каждые 50-100 км, а стандартный оптический бюджет мощности наиболее часто применяемых оптических передатчиков, составляет не более 30 дБ, поэтому в протяженных линиях связи устанавливаются устройства для усиления оптического сигнала. Усилители на оптическом волокне, легированном ионами эрбия, имеют ряд преимуществ, к которым можно отнести отсутствие необходимости преобразования оптического сигнала в электрический и совпадение спектральной области усиления эрбиевого волокна с областью минимальных оптических потерь в кварцевом волокне. Увеличение длины участка ВОЛС между усилителями и увеличением объемов передаваемой информации повышает требования, предъявляемые к волоконно-оптическим эрбиевым усилителям (ВОЭУ). При построении магистральных подводных линий связи важным фактором является протяженность регенерационных участков, напрямую влияющее на стоимость реализуемого проекта [1]. Поэтому в таких линиях применяются эрбиевые усилители с высоким коэффициентом усиления (более 20-25 дБ), низким уровнем шум-фактора (менее 4,5-5 дБ), допустимой неравномерностью коэффициента усиления (менее 1,5 дБ) и сохраняющие свои характеристики при работе в широком диапазоне температур. Точность регулировки стабилизируемого уровня выходной оптической мощности ВОЭУ также должна быть в допустимых пределах ( $\pm 1$  дБ).

### **Основная часть.**

Режим стабилизации коэффициента усиления при помощи тока лазерных диодов накачки управляет инверсией населенности в активной области усилителя, а также при помощи перестраиваемых аттенуаторов вносит затухание оптического сигнала. Регуляция тока лазерных диодов накачки и подстройка аттенуаторов происходит в режиме реального времени с использованием цепи обратной связи на базе показаний фотодетекторов, установленных на входе и выходе усилителя. Фотодиоды представляют собой полупроводниковые устройства, которые реагируют на попадание частиц и фотонов с высокой энергией. При попадании фотонов или заряженных частиц в чувствительную область фотодиода происходит генерация внешнего тока, пропорционального падающей оптической мощности. Современные детекторы оптического излучения способны распознавать даже очень слабое оптическое излучение и генерировать различимую величину электрического тока. Шум присутствует во всех частях коммуникационной системы, но особенно важен его вклад при взаимодействии с оптическим сигналом малой мощности, когда уровень шума достигает величины, соизмеримой с величиной сигнала [2]. В ходе исследования при низком уровне мощности, устанавливаемой на выходе ВОЭУ, в условиях рабочих повышенной и пониженной температур уровень измеренной выходной мощности внешним измерителем оптической мощности отличался от установленных значений на величину, превышающей

предельное максимальное отклонение. Одним из решений данной проблемы является введение алгоритма температурной компенсации. Принцип работы алгоритма температурной компенсации стабилизируемого уровня выходной мощности ВОЭУ заключается в изменении смещений выходных фотоприемников в зависимости от показаний внутреннего датчика температуры [3]. В ходе текущей работы проводились измерения уровня входной оптической мощности и мощности на выходе ВОЭУ при помощи внешних ИОМ, а также при помощи внутренних фотодетекторов, установленных на входе и выходе ВОЭУ. Входные фотоприемники имеют дифференциальный тип подключения к аналого-цифровому преобразователю, а выходные фотоприемники имеют электронное подключение при помощи только одного трансимпедансного усилителя.

### **Выводы.**

Проведено исследование температурной зависимости стабилизируемого уровня выходной мощности ВОЭУ, в результате которого было выявлено, что наибольшее отклонение устанавливаемой мощности на выходе усилителя от регистрируемой внешним измерителем оптической мощности (ИОМ) было получено при устанавливаемой мощности на уровне -20 дБм. Наибольшее отклонение устанавливаемой мощности от детектируемой при помощи ИОМ составило 0,57 дБ при температуре окружающей среды минус 4°C. При рабочей повышенной температуре плюс 45°C отклонение детектируемой мощности от устанавливаемой составило 0,26 дБ. Максимальное отклонение показаний входных фотоприемников от значений, измеренных при помощи внешнего ИОМ, составило 0,1 дБ. Таким образом, применение дифференциальной схемы подключения фотоприемников к АЦП позволяет снизить температурную зависимость показаний фотоприемников при пониженной рабочей температуре -4°C в 6,04 раза, а при повышенной температуре 45°C снижение температурной зависимости составило в 2,64 раза. Таким образом, было выявлено, что использование дифференциальной схемы подключения фотоприемников к аналого-цифровому преобразователю позволяет существенно снизить температурную зависимость показаний фотоприемников на всем рабочем температурном диапазоне.

### **Список использованных источников:**

1. Залеская Ю.К. ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭРБИЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ: дис. – Санкт-Петербург: диссертация магистра: 16.04.01. / Залеская Юлия Константиновна, 2020.
2. Довольнов Е. А. и др. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи. – 2016.
3. Назаренко В.Н.. ИССЛЕДОВАНИЕ И КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СТАБИЛИЗИРУЕМОГО УРОВНЯ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ЭРБИЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ: дис. – Санкт-Петербург: диссертация магистра: 16.04.01. / Назаренко Владислав Николаевич, 2022.