

0.1. Шевелев Е.И., Данилко В.Р. Теория возмущений и многопараметрическая оптимизация с использованием сверточных нейронных сетей для компенсации нелинейных искажений в оптических системах связи

Нелинейные искажения сигнала являются одним из основных факторов, ограничивающих пропускную способность и дальность действия оптических систем связи [?]. В настоящее время существует несколько подходов к компенсации нелинейных искажений, но для их практической реализации алгоритмы должны быть одновременно точными, быстрыми и устойчивыми к различным помехам [?, ?, ?]. Один из проработанных подходов заключается в применении методов теории возмущений к нелинейному уравнению Шредингера, что позволяет определить соотношение между переданными и принятыми символами.

В большинстве исследований градиентные методы используются для нахождения коэффициентов возмущений путем минимизации среднеквадратичной ошибки между символами. Однако основным параметром, характеризующим качество передачи информации, является коэффициент битовых ошибок. Мы предлагаем модификацию традиционного подхода, основанного на теории возмущений для компенсации нелинейности волокна, в виде двухэтапной схемы вычисления коэффициентов возмущения. На первом этапе коэффициенты вычисляются с помощью сверточной нейронной сети путем минимизации среднеквадратичного отклонения. На втором этапе полученное решение используется в качестве начального приближения для минимизации коэффициента битовых ошибок с использованием метода роя частиц.

В численных экспериментах с использованием алгоритма компенсации нелинейности на основе предложенной схемы мы достигли выигрыша по параметру сигнал-шум 0,8 дБ для линии 16QAM 20×100 км со скоростью канала 267 Гбит/с и продемонстрировали улучшенную точность по сравнению с одноэтапной схемой. Мы оценили вычислительную сложность алгоритма и продемонстрировали связь между его сложностью и точностью.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Редюк А. А.

Список литературы

- [1] WINZER P. J., NELSON D. T., CHRAPLYVY A. R. Fiber-optic transmission and networking: the previous 20 and the next 20 years // Opt. Express. 2018. Vol. 26. No. 18. P. 24190–24239.
- [2] IP E. Nonlinear Compensation Using Backpropagation for Polarization-Multiplexed Transmission // Journal of Lightwave Technology. 2010. Vol. 28. No. 1 P. 939–951.
- [3] REDYUK A., AVERYANOV E., SIDELNIKOV O., ET AL. Compensation of Nonlinear Impairments Using Inverse Perturbation Theory With Reduced Complexity //

Journal of Lightwave Technology. 2020. Vol. 38. No. 6. P. 1250–1257.

- [4] KOZULIN I. A., REDYUK A. A. Interchannel nonlinearity compensation using a perturbative machine learning technique // Optics Communications. 2021. Vol. 493.