



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ  
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО  
«ФАКЕЛ»

имени академика П.Д. Грушина»

ул. Академика Грушина, 33,  
г. Химки, Московская обл., 141401

Телефон: (495) 575-97-95; (495) 781-05-89

Факс: (495) 573-83-47; (495) 573-51-11;

(495) 572-01-33

e-mail: infor@npofakel.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель  
генерального директора –  
исполнительный директор,  
доктор технических наук

С.Б. Лёвочкин

«20» февраля 2015 г.



№ от

На от

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Григорьяна Артема Кареновича  
«Исследование и разработка современной методики определения влияния  
хроматической и поляризационной модовой дисперсий на передачу сигналов и  
методов их компенсации при высоких скоростях передачи», представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Эксплуатирующиеся в России волоконно-оптические линии связи построены, главным образом, на недорогом оптоволокне, которое в окне прозрачности на высоких скоростях передачи информации (40 – 100 Гбит/с) имеет достаточно высокие значения хроматической и поляризационной дисперсий. Эти факторы негативно влияют на характеристики передачи информации, что требует уточнения методик расчета длины усилительного и регенерационного участка линии, методик которые, в том числе, учитывают технические возможности по компенсации указанных дисперсий известными способами.

В настоящем разработано ряд методик для определения длин регенерационных участков, но которым присущи следующие недостатки:

- не учтены решения по современным форматам модуляции при расчете дисперсионных параметров (хроматической и поляризационной модовой дисперсий);
- не учтены решения по современным форматам модуляции с учетом упреждающей коррекции ошибок, хроматической и поляризационной модовой дисперсий;



- не учтены современные методы кодирования, улучшающие возможности передачи при наличии хроматической и поляризационной модовой дисперсий;
- не учтена поляризационная модовая дисперсия при выборе метода компенсации хроматической дисперсии.

В диссертационной работе решаются следующие задачи:

- разработка методики расчета длины усилительного и регенерационного участка с учетом параметров хроматической дисперсии и поляризационной модовой дисперсии, а также современных форматов модуляции при высоких скоростях передачи для оптических волокон G-652 и G-655;
- расчет длины усилительного и регенерационного участка с учетом хроматической и поляризационной модовой дисперсий при высоких скоростях передачи информации;
- уточнение решений по определению отношения сигнал/шум при одноволновой передаче, хроматической и поляризационной модовой дисперсиях.
- уточнение алгоритмов определения отношения сигнал/шум и коэффициента битовых ошибок для оптических волокон при спектральном или волновом мультиплексировании, называемым также спектральным уплотнением (ВОСП-СП) с учетом поляризационной модовой дисперсии;
- разработка технических решений по упреждающей коррекции ошибок с применением современных кодов с учетом хроматической и поляризационной модовой дисперсий.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

- разработана современная методика для определения длины усилительного и регенерационного участка. Методика учитывает влияние хроматической и поляризационной модовой дисперсий в оптическом волокне G-652 и G-655 при скоростях передачи 40 Гбит/с и выше, а также форматы модуляции, упреждающую коррекцию ошибок и отношение сигнал/шум;
- получены новые решения для определения отношения сигнал/шум и коэффициента битовых ошибок для указанных выше условий;
- уточнена методика расчета длины регенерационного участка с учетом избыточности усиления с применением современных кодов для управления дисперсией на ВОСП-СП;
- получены 3 патента на конструкцию волоконно-оптического канала, позволяющие оптимально и в короткий срок устранить повреждения на волоконно-оптической линии связи.



Основными **результатами**, полученными автором лично являются:

- методика, позволяющая рассчитать длины усилительного и регенерационного участка при влиянии хроматической и поляризационно-модовой дисперсий с учетом современных форматов модуляции, упреждающей коррекции ошибок и отношения сигнал/шум в оптическом канале при скоростях передачи 40 Гбит/с – 100 Гбит/с для оптических волокон G-652 и G-655;
- алгоритм определения отношения сигнал/шум при одноволновой передаче, учитывающий хроматическую и поляризационно-модовую дисперсии в рассматриваемых типах оптических волокон;
- решения, связанные с определением отношения сигнал/шум и коэффициента битовой ошибки для рассматриваемых оптических волокон и современных форматов модуляции при ВОСП-СП с учетом и без учета избыточности сигнала при применении современных кодов.

**Научная новизна** полученных результатов определяется тем, что автором:

- разработана современная методика расчета длины усилительного и регенерационного участка, учитывающую хроматическую дисперсию и межсимвольную интерференцию поляризационно-модовой дисперсии, отношение сигнал\шум в оптическом канале, а также современные форматы модуляции и упреждающей коррекции ошибок при скоростях передачи 40 - 100 Гбит\с для оптических волокон G-652, G-655;
- получены решения, связанные с дисперсионной длиной и параметром Q-фактора, определяющим значение коэффициента битовой ошибки и длину регенерационного участка;
- разработана методика определения Q-фактора при условии типовой передачи с учетом поляризационно-модовой дисперсии и различных форматов модуляции;
- уточнена методика расчета отношения сигнал/шум в оптическом канале для системы передачи ВОСП-СП с учетом форматов модуляции и применением современных кодов;
- разработана методика расчета компенсации хроматической дисперсии с учетом поляризационно-модовой дисперсии.

**Практическая значимость** исследования и полученных результатов состоит том, что научные исследования автора доведены до уровня патентов на изобретения.

Основные положения диссертационной работы представительно апробированы на научно-практических конференциях, семинарах и встречах, в том числе международных, а также опубликованы в 19 печатных работах. Кроме того, на результаты исследований автором получено три патента на изобретения.



Как следует из автореферата, диссертация выполнена на высоком научном уровне. Материал автореферата изложен с достаточным уровнем формализации, логично и последовательно.

Основным недостатком представленной работы, как представляется, является отсутствие сопоставительного анализа предлагаемых методик расчета с известными решениями, которые являлись исходными для проведенных исследований.

В целом, имеющие место недостатки не уменьшают научную и практическую значимость полученных автором теоретических и практических результатов.

По материалам автореферата, можно сделать вывод, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для решения проблем передачи информации на высоких скоростях в волоконно-оптических каналах связи. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученой степени», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Григорьян Артем Каренович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Начальник управления информационных технологий  
машиностроительного конструкторского бюро  
«Факел» им. Академика П.Д. Грушина  
доктор технических наук  
старший научный сотрудник



В.П. Селезнев