ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»»

**РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ДЛЯ АБОНЕНТОВ  
ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА**

Специальность 05.09.02 — электротехнические материалы и изделия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук



На правах рукописи

УДК 621.315.

Зин Мин Латт

Научный руководитель: доктор технических наук,

профессор М.А Боев

Москва - 2017

**2**

Содержание

Стр.

[Введение 4](#bookmark1)

Глава 1. ТРЕБОВАНИЕ К ПАРАМЕТРАМ И КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СИСТЕМ

[ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА 10](#bookmark5)

[1.1 Понятие широкополосного доступа 10](#bookmark7)

1. Преимущества использования широкополосного

доступа 12

1. [Широкополосный доступ по DSL 14](#bookmark9)
2. Требование к абонентской линии широкополосного

доступа 19

1. Современные конструкции внутриобъектовых кабелей для

широкополосного доступа 22

Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ИСПЫТАНИЯХ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ 26

1. Основные этапы технологии производства оптических кабелей 26
2. Оборудование, необходимое для реализации технологического

процесса 28

1. [Оборудование для окраски волокна 28](#bookmark14)
2. Оборудование для нанесения вторичного покрытия на

волокно и изготовления защитной оболочки 31

* 1. [Оборудование, необходимое для проведения испытаний 37](#bookmark16)
     1. Оборудование для измерения передаточных

характеристик 37

* + 1. Оборудование для испытания на стойкость к

механическим воздействиям 41

* + 1. Оборудование для испытания на стойкость к

климатическим воздейсвиям 43

**3**

[Глава 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ  
ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО  
ДОСТУПА 45](#bookmark20)

1. [Анализ требований к конструкции кабелей 45](#bookmark21)
2. [Расчет механических параметров 48](#bookmark22)
3. [Расчет климатических параметров 51](#bookmark24)
4. Выбор материалов для изготовления кабелей и

дизайн 53

1. Выбор оптических волокон и материалов

защиты 53

1. Материалы для силовых элементов оптических

кабелей 54

1. [Материал внешней защитной оболочки 59](#bookmark29)
2. Дизайн оптических кабелей для широкополосного

доступа 64

Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
РАЗРАБОТАННЫХ КОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ  
ДЛЯ СИСТЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА 71

[4.1 . Измерение параметров оптических кабелей при механических  
воздействиях 71](#bookmark33)

* 1. Измерение параметров оптических кабелей при климатических

воздействиях 81

* 1. Математическая обработка результатов экспериментальных

исследований 85

Выводы 92

[Список литературы 93](#bookmark38)

Приложение

102

Выводы

1. Выполнен обзор современных конструкций кабелей, необходимых для реализации технологии ШПД. Из обзора следует, что для обеспечения все возрастающих требований к объему и скорости передачи данных, необходимо применение в этой технологии ОК.
2. В ходе выполнения работы создан новый дизайн внутриобъектовых ОК, отвечающий современным требованиям для ШПД. Конструкция таких ОК содержит от одного до нескольких десятков одномодовых ОВ. В некоторых конструкциях кабелей ОВ покрывают буферным слоем из поливинилхлоридного пластиката. Кабели содержат силовые элементы из стеклопрутка или содержат арамидные нити для предания необходимой механической прочности конструкции. Кабель имеет внешнюю полимерную оболочку, которая может быть изготовлена из специальных полимеров, не содержащих галогенов с низким дымо- и газовыделением.
3. Разработан метод измерения прироста затухания в ОВ на коротких длинах, позволяющий получать сопоставимые результаты для оценки уровня воздействия. Метод основан на измерении потери мощности сигнала в ОВ при воздействиях на ОК внешних механических и тепловых нагрузок.
4. Установлены аналитические зависимости между приростом затухания в ОВ при увеличении тепловых и механических нагрузок, воздействующих на ОК.

Определены допустимые значения механических и тепловых нагрузок воздействующих на ОК, вновь созданных конструкций, которые предназначены для фиксированного монтажа внутриобъектовой сети технологии ШПД. При этом критерием работоспособности являлось допустимое нормативной документацией значение коэффициента затухания в ОВ (не выше установленного).