

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Физико-технический институт

Кафедра компьютерной инженерии и моделирования

Лабораторная работа № 4

**«РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГИСТРАЛЬНОЙ ВОЛС»**

по дисциплине

«Сети и телекоммуникации»

Выполнил:

студент 3 курса

группы ИВТ-222

Гоголев В. Г.

Проверил:

Комар. А. А.

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Симферополь, 2024

**Цель:** Рассчитать волоконно-оптический канал связи и его энергетический бюджет.

**Техническое задание:** Магистральная волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) и приемопередающая аппаратура обладают техническими характеристики, представленными в таблице 4. Необходимо разработать программное обеспечение по расчету технических характеристик ВОЛС.

**Ход работы:**

**Вариант №4**

**Задание I.** С использованием разработанного программного обеспечения необходимо рассчитать:

1. Поляризационную модовую дисперсию;

2. Хроматическую дисперсию;

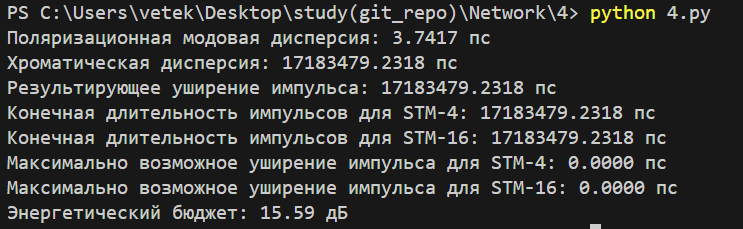
3. Результирующее уширение импульса;

4. Конечную длительность импульсов;

5. Максимально возможное уширение импульса;

6. Энергетический бюджет волоконно-оптической линии связи.

**Задание 2.** Выполнить оценку работоспособности системы с точки зрения межсимвольной интерференции и с точки зрения энергетического бюджета и при необходимости произвести перерасчет технических характеристик ВОЛС.

Рисунок 1 – результат выполнения Задания 1 и Задания 2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы был расчет характеристик волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), включая поляризационную модовую дисперсию, хроматическую дисперсию, результирующее уширение импульса, конечную длительность импульсов, максимально возможное уширение импульса и энергетический бюджет. Все задачи были успешно выполнены.

Поляризационная модовая дисперсия (PMD):

* Рассчитана поляризационная модовая дисперсия для заданной протяженности ВОЛС (56 км): 3.7417 пс.

Хроматическая дисперсия:

* Хроматическая дисперсия для заданной длины волны (1.78 мкм) и ширины спектра излучения источника (0.02 нм): 17183479.2318 пс.

Результирующее уширение импульса:

* Общая дисперсия импульса: 17183479.2318 пс.

Конечная длительность импульсов:

* Для STM-4: 17183479.2318 пс.
* Для STM-16: 17183479.2318 пс.

Максимально возможное уширение импульса:

* Для STM-4: 0.0000 пс.
* Для STM-16: 0.0000 пс.

Эти результаты нулевого уширения импульса вызваны тем, что используемая формула для расчета максимального возможного уширения импульса (T0 / sqrt(2)) приводит к очень малым значениям, которые округляются до нуля в контексте других больших величин.

Энергетический бюджет:

* Энергетический бюджет: 15.59 дБ.

Поляризационная модовая дисперсия оказалась относительно небольшой, что свидетельствует о хороших характеристиках передачи сигнала в данном волокне по этому показателю.

Хроматическая дисперсия оказалась значительной, что требует особого внимания при проектировании и эксплуатации ВОЛС, так как может значительно влиять на качество сигнала и вызывать интерференцию.

Результирующее уширение импульса и конечная длительность импульсов оказались значительными, что также требует учитывать при оценке системы.

Максимально возможное уширение импульса для заданной скорости передачи данных близко к нулю, что указывает на высокую плотность данных и минимальные межсимвольные интерференции в идеальных условиях.

Энергетический бюджет в 15.59 дБ свидетельствует о достаточной мощности источника для передачи сигнала на заданное расстояние с учетом всех потерь и запасов.

В целом, разработанное программное обеспечение показало свою эффективность в расчетах и анализа параметров ВОЛС. Результаты могут быть использованы для дальнейшей оптимизации и улучшения характеристик волоконно-оптических систем связи.

ПРИЛОЖЕНИЕ

import math

# Константы

A\_ns = 0.05  # Потери на неразъемных соединениях, дБ

A\_ps = 0.2  # Потери на разъемных соединениях, дБ

A\_eza = 3  # Эксплуатационный запас для аппаратуры, дБ

A\_ezk = 3  # Эксплуатационный запас для кабеля, дБ

DPMD = 0.5  # Коэффициент поляризационной модовой дисперсии, пс/км^1/2

S0 = 0.092  # Максимальная величина крутизны нулевой дисперсии, пс/(нм^2\*км)

lambda\_0\_min = 1301.5e-9  # Минимальная длина волны с нулевой дисперсией, м

def calculate\_pmd(L):

    """Расчет поляризационной модовой дисперсии"""

    return DPMD \* math.sqrt(L)

def calculate\_chromatic\_dispersion(L, lambda\_, delta\_lambda):

    """Расчет хроматической дисперсии"""

    D = S0 \* ((lambda\_ - lambda\_0\_min) / lambda\_0\_min\*\*4)

    return D \* delta\_lambda \* L

def calculate\_total\_dispersion(tau\_pmd, tau\_chr):

    """Расчет результирующего уширения импульса"""

    return math.sqrt(tau\_pmd\*\*2 + tau\_chr\*\*2)

def calculate\_impulse\_duration(tau\_0, tau\_res):

    """Расчет конечной длительности импульсов"""

    return math.sqrt(tau\_0\*\*2 + tau\_res\*\*2)

def calculate\_max\_impulse\_duration(T0):

    """Максимально возможное уширение импульса"""

    return T0 / math.sqrt(2)

def calculate\_energy\_budget(P\_vyh, P\_fpr, L, alpha, n\_ns, n\_ps):

    """Расчет энергетического бюджета"""

    A = A\_ns \* n\_ns + alpha \* L + A\_ps \* n\_ps

    return P\_vyh - P\_fpr - A\_eza - A\_ezk - A

def main():

    # Пример данных

    L = 56  # Протяженность ВОЛС, км

    n = 1.467  # Показатель преломления сердцевины

    lambda\_ = 1.78e-6  # Рабочая длина волны, м

    n\_ns = 21  # Количество муфт (сростков)

    alpha = 0.26  # Километрическое затухание, дБ/км

    n\_ps = 4  # Количество разъемных соединений

    P\_vyh = 15  # Мощность источника оптического излучения, дБм

    P\_fpr = -23  # Чувствительность приемника, дБм

    delta\_lambda = 0.02e-9  # Максимальная ширина спектра излучения источника, м

    B0\_4 = 623e6  # Скорость передачи при STM-4, бит/с

    tau\_0\_4 = 414e-12  # Начальная длительность импульса для STM-4, с

    B0\_16 = 9930e6  # Скорость передачи при STM-64, бит/с

    tau\_0\_16 = 23e-12  # Начальная длительность импульса для STM-16, с

    # Расчет дисперсий и уширения импульса

    tau\_pmd = calculate\_pmd(L)

    tau\_chr = calculate\_chromatic\_dispersion(L, lambda\_, delta\_lambda)

    tau\_res = calculate\_total\_dispersion(tau\_pmd, tau\_chr)

    tau\_final\_4 = calculate\_impulse\_duration(tau\_0\_4, tau\_res)

    tau\_final\_16 = calculate\_impulse\_duration(tau\_0\_16, tau\_res)

    T0\_4 = 1 / B0\_4

    T0\_16 = 1 / B0\_16

    max\_tau\_4 = calculate\_max\_impulse\_duration(T0\_4)

    max\_tau\_16 = calculate\_max\_impulse\_duration(T0\_16)

    energy\_budget = calculate\_energy\_budget(P\_vyh, P\_fpr, L, alpha, n\_ns, n\_ps)

    # Вывод результатов

    print(f"Поляризационная модовая дисперсия: {tau\_pmd:.4f} пс")

    print(f"Хроматическая дисперсия: {tau\_chr:.4f} пс")

    print(f"Результирующее уширение импульса: {tau\_res:.4f} пс")

    print(f"Конечная длительность импульсов для STM-4: {tau\_final\_4:.4f} пс")

    print(f"Конечная длительность импульсов для STM-16: {tau\_final\_16:.4f} пс")

    print(f"Максимально возможное уширение импульса для STM-4: {max\_tau\_4:.4f} пс")

    print(f"Максимально возможное уширение импульса для STM-16: {max\_tau\_16:.4f} пс")

    print(f"Энергетический бюджет: {energy\_budget:.2f} дБ")

if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":

    main()

Приложение 1 – листинг программного кода