***КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА по курсу НСЭ***

***для студентов ЗФ направления ССиСК***

***Задача № 1***

***Расчет первичных и вторичных параметров передачи цепи симметричного кабеля***

Для заданного частотного диапазона рассчитать первичные и вторичные параметры передачи симметричной кабельной цепи звездной скрутки, расположенной в первом повиве семичетверочного кабеля.

Исходные данные приведены в таблицах 1 и 2. В таблице 3 приведены справочные данные.

Построить графики частотной зависимости параметров передачи в заданном частотном диапазоне и дать их анализ. Результаты расчетов представить в виде сводной таблицы.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Заданный параметр | Предпоследняя цифра номера студенческого билета |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Тип изоляции | кб | кб | кб | кп | кп | кп | кп | сп | сп | сп |
| Толщина ленты, мм | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 1,0 | 1,1 | 1,15 |
| Диаметр корделя, мм | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | - | - | - |
|  f1,кГц | 10 | 10 | 15 | 20 | 10 | 20 | 25 | 10 | 15 | 10 |
|  f2,кГц | 20 | 30 | 40 | 60 | 50 | 40 | 65 | 70 | 35 | 25 |

Условные обозначения: кб – кордельно-бумажная, кп – кордельно-полистирольная, сп – сплошная полиэтиленовая

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Заданный параметр | Последняя цифра номера студенческого билета |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Материал жилы | м | м | м | м | м | а | а | а | а | а |
| Диаметр жилы, мм | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| Материал оболочки | с | с | с | а | а | а | а | с | с | с |
| f3,кГц | 80 | 80 | 90 | 120 | 120 | 150 | 200 | 180 | 200 | 180 |
| f4,кГц | 120 | 140 | 150 | 250 | 180 | 230 | 250 | 240 | 550 | 530 |

Условные обозначения: м – медь, а – алюминий, с - свинец

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип изоляции | ε | tg δ ∙ 10-4 при f, кГц |
| 10 | 100 | 180 | 250 | 550 |
| Кордельно-бумажная | 1,3 | 55 | 113 | 160 | 160 | 280 |
| Кордельно-стирофлексная | 1,2 | 3 | 7 | 9 | 12 | 20 |
| Сплошная полиэтиленовая  | 2,0 | 2 | 6 | 7 | 8 | 14 |

***Задача №2***

***Расчет параметров взаимного влияния симметричного кабеля***

 Рассчитать параметры взаимного влияния симметричного кабеля.

Исходные данные:

- коэффициент затухания и волновое сопротивление взять из расчетов задачи №1 для наивысшей частоты.

Условно принять:

 - перекрываемое затухание усилительного участка$ A\_{y}=$ 50 дБ;

 - емкостная связь k= 15 пФ/км.

Методические указания к решению задачи №2

Расчет параметров взаимного влияния производится на наивысшей частоте заданного диапазона в таблице 2. Коэффициенты электрической и магнитной связи $K\_{12},M\_{12}$ определить по формулам (5.1), (5.2) [3]. Соотношение активных и реактивных составляющих связей равно:

$\frac{g}{ωk}=(5÷15$)% , $\frac{r}{ωm}=(20÷40$)%.

Индуктивная связь *m* определяется из выражения:

*m/k=*$z\_{в}^{2}$*.*

Коэффициенты электромагнитной связи на ближнем и дальнем концах $N\_{12},F\_{12}$ рассчитываются по формулам:

$N\_{12}=K\_{12}·z\_{в}^{}+M\_{12}/z\_{в}^{}$*,* $ F\_{12}=K\_{12}·z\_{в}^{}-M\_{12}/z\_{в}^{}$*.*

В этих формулах следует подставлять модульные значения $K\_{12},M\_{12}$. Переходные затухания вычислить по формулам:

$A\_{0}=20lg\left|\frac{2\sqrt{0,46α}}{N\_{12}\sqrt{1-e^{-0,46αl}}}\right|, дБ; A\_{з}=20lg\left|\frac{2}{F\_{12}\sqrt{l}}\right|, дБ; A\_{l}$=

$$=A\_{з}+αl, дБ, $$

где α в дБ/км, l= $A\_{y}/α $- длина усилительного участка.

Рассчитанные величины переходных затуханий сравнить с нормами из таблицы 6.3 [1]. Если расчетные значения меньше нормы, то рекомендовать меры по доведению параметров до нормы, §6.9 [1].

***Задача № 3***

***Расчет основных параметров оптического кабеля***

1. Выбор варианта

Контрольное задание составлено в ста вариантах. Номер варианта определяется по двум последним цифрам номера студенческого билета.

2.Задание

Рассчитать параметры двухслойных оптических волокон оптического кабеля.

*Выбрать* в соответствии с вариантом конструкцию оптического кабеля, *нарисовать* эскиз поперечного сечения в масштабе 10:1 и привести характеристики выбранной марки кабеля.

Исходные данные взять в таблицах 1 и 2. Расчету подлежат: числовая апертура; нормированная частота V; число мод, распространяющихся в волокне N; коэффициент затухания α, дБ/км; уширение импульса τ, с; длина регенерационного участка для систем передачи SDH и PDH, км.

Рассчитать составляющие собственного затухания оптического волокна и построить графики частотных зависимостей αп = f(λ) b αр = f(λ).

Рассчитать и построить графики зависимостей *составляющих* хроматической дисперсии и результирующего значения дисперсии на длинах волн λ1, λ2, λ3.

 Проанализировать полученные зависимости и сделать соответствующие выводы.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные | Предпоследняя цифра студ. билета |
| 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Диаметр сердцевины 2a, мкм | 50 | 10 | 10 | 62.5 | 50 | 10 | 50 | 10 | 10 | 62.5 |
| Диаметр оболочки 2 b , мкм | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Потери на поляризацию, tgδ | 1\*10-10 | 0.5\*10-12 | 0.8\*10-12 | 1.5\*10-10 | 1.3\*10-11 | 1.1\*10-12 | 2\*10-11 | 1.8\*10-12 | 1.4\*10-12 | 0.7\*10-10 |
| Длина волны λ1, мкм | 0,85 | 1,3 | 1,55 | 0,85 | 1,3 | 1,55 | 0,85 | 1,3 | 1,55 | 1,3 |
| Тип световода | СОВ | СОВ | СОВ | СОВ | ГОВ | СОВ | ГОВ | СОВ | СОВ | ГОВ |
| Коэффициент преломления сердцевины, n1 | 1,47 | 1,482 | 1,450 | 1,50 | 1,50 | 1,460 | 1,50 | 1,484 | 1,500 | 1,47 |
| Коэффициент преломления оболочки, n2 | 1,46 | 1,480 | 1,447 | 1,48 | 1,49 | 1,456 | 1,47 | 1,481 | 1,485 | 1,46 |
| Широкополосность системы передачи В, Мбит/с | 34 | 155 | 140 | 8,5 | 34 | 2448 | 8,5 | 155 | 622 | 34 |
| Длина волны λ2, мкм | 1,31 | 0,8 | 0,87 | 1,34 | 0,82 | 0,85 | 1,32 | 0,9 | 0,85 | 0,89 |
| Длина волны λ3, мкм | 1,56 | 1,53 | 1,33 | 1,55 | 1,57 | 1,36 | 1,5 | 1,55 | 1,33 | 1,51 |

|  |
| --- |
|  Таблица 2 |
| Исходные данные | Последняя цифра номера студ. билета |
| 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Потери в разъемном соединении | 0,8 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 0,9 | 0,2 | 0,5 | 0,7 |
| Потери в неразъемном соединении  | 0,2 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,09 | 0,09 | 0,02 |
| Строительная длина кабеля  | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 5 | 6 | 4 |
| Километрическое затухание ОК  | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 1.0 | 0.4 | 0.2 | 0.6 |
| Системный запас ВОСП по кабелю М, дБ | 1.5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 5 | 1.5 | 5.5 | 6 | 3.5 |
| Уровень излучаемой мощности максимальный Pmax пер , дБм | -10 | 0 | 0 | -10 | -8 | -6 | -10 | -8 | 2 | 0 |
| Уровень излучаемой мощности минимальный Pmin пер , дБм | -20 |   -5 | -5 | -20 | -15 | -15 | -20 | -12 |  -2 | -5 |
| Уровень чувствительности, не более, дБм  | -40 | -34 | -34 | -40 | -28 | -28 | -39 | -28 | -34 | -29 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Уровень перегрузки приемника, не менее, дБм | -15 | -10 | -10 | -15 | -8 | -8 | -13 | -8 | -5 | -5 |  |  |  |  |  |  |  |  |

 3. Указания к выполнению задания

Для выполнения задания необходимо изучить материал, рекомендованный программой.

Числовая апертура определяет условия ввода излучения в оптическое волокно. Она вычисляется по формуле

  (1)

Увеличение NA повышает эффективность ввода лазерного излучения в волокно. Но с другой стороны это связано с увеличением диаметра сердцевины и возрастанием модовой дисперсии. Обычно величина NA=0,15÷0,25. Нормированная частота определяется по формуле

  (2)

По этой величине можно судить о режиме работы оптического волокна, Если V≤2,405, то в нем распространяется только одна основная мода НЕ11. Если V> 2,405, то имеет место многомодовый режим работы. Число мод при этом зависит от типа волокна. Для ступенчатого многомодового световода

  , (3)

а для градиентного световода с параболическим профилем преломления их число в 2 раза меньше, т.е.

  (4)

Коэффициент затухания складывается из затухания поглощения и затухания рассеяния

  , (5)

 , дБ/км (6)

  , дБ/км (7)

Уширение импульсов зависит от типа световода (ступенчатый, градиентный), а также от режима его работы.

  . (8)

В одномодовых световодах модовая дисперсия отсутствует, т.е. .

В многомодовых ступенчатых световодах

  , (9)

а в многомодовых градиентных световодах

 . (10)

Хроматическая дисперсия состоит из трех составляющих: материальной, волноводной и профильной.

  (11)

  (12)

  (13)

 , с/км . (14)

Определение длины регененерационного участка

 по затуханию

  (15)

  (16)

1. по широкополосности

  (17)

Аmax = Р пер min – Р чувств. приемника

Аmin = Р пер max – Р перегр. приемника