***КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА***

**Цель:** познакомиться с первичными и вторичными параметрами передачи и параметрами взаимных влияний электрических кабелей связи и основными параметрами оптических кабелей связи.

Задание:

1. Рассчитать основные параметры электрических кабелей связи (задачи 1 и 2).
2. Рассчитать основные параметры оптических кабелей связи (задача 3).
3. Выполнить вопрос индивидуального задания, изучив и систематизировав материал согласно варианта (задача 4).

***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.

Подстановку значений приводить обязательно!

Графики должны начинаться из точки f =0, а не с f1!!!

Задание и исходные данные указывать обязательно!

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заданный параметр | Предпоследняя цифра номера пароля | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Тип изоляции | кп | сп | кб | кп | сп | кб | кп | сп | кб | кп |
| Толщина ленты, мм | 0,05 | 1,0 | 0,12 | 0,05 | 1,1 | 1,12 | 0,045 | 1,2 | 0,12 | 0,045 |
| Диаметр корделя, мм | 0,6 | - | 0,7 | 0,7 | - | 0,8 | 0,65 | - | 0,75 | 0,85 |
| f1,кГц | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |

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

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заданный параметр | Последняя цифра номера пароля | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Материал жилы | м | м | м | а | а | а | м | м | м | а |
| Диаметр жилы, мм | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,55 |
| Материал оболочки | с | с | с | а | а | а | а | с | с | с |
| f2,кГц | 80 | 85 | 90 | 120 | 125 | 150 | 200 | 180 | 200 | 190 |
| f3,кГц | 125 | 145 | 155 | 255 | 185 | 235 | 255 | 245 | 555 | 535 |

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 цепи симметричного кабеля.

Исходные данные:

- коэффициент затухания и волновое сопротивление взять из расчетов задачи №1 для всех трех частот.

Условно принять:

- перекрываемое затухание усилительного участка , дБ в соответствие с таблицей 4;

- емкостная связь k, пФ/км в соответствие с таблицей 4.

***Номер варианта взять по последней цифре пароля.***

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K, пФ/км | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| Ау, дБ | 30 | 34 | 39 | 45 | 50 | 54 | 59 | 64 | 69 | 74 |

Методические указания к решению задачи №2

Расчет параметров взаимного влияния производится на заданных частотах заданного диапазона в таблицах 1и 2. Сначала необходимо определить коэффициенты электрической и магнитной связи . Соотношение активных и реактивных составляющих связей равно:

)% , )%.

Индуктивная связь *m* определяется из выражения:

*m/k=.*

Коэффициенты электромагнитной связи на ближнем и дальнем концах рассчитываются по формулам:

*, .*

В этих формулах следует подставлять модульные значения . Переходные затухания вычислить по формулам:

=

где α в дБ/км, l= - длина усилительного участка.

Рассчитанные величины переходных затуханий сравнить с нормами. Если расчетные значения меньше нормы, то рекомендовать меры по доведению параметров до нормы.

Также по результатам расчетов построить графики полученных зависимостей (, проанализировать полученные результаты и сделать соответствующие выводы.

***Задача № 3***

***Расчет основных параметров оптического кабеля***

1. Выбор варианта

Номер варианта определяется по цифрам пароля: таблица 5 - предпоследняя цифра пароля; таблица 6 - последняя цифра пароля.

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 *полную марку кабеля и характеристики* выбранной марки кабеля.**

*При выборе кабеля обращать внимание на тип волокна, который задан, и рабочую длины волны λ1. Характеристики выбранной марки кабеля и саму марку приводить обязательно!*

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) и αр = f(λ).

Рассчитать и ***построить графики зависимостей*** *составляющих* хроматической дисперсии и результирующего значения дисперсии на длинах волн λ1, λ2, λ3. (должны быть построены следующие графики τмат=f (λ), τвв=f (λ), τпр=f (λ), τрез=f (λ))

Длина волны λ1 является основной, и расчет всех параметров подлежит производить именно на этой частоте. Остальные две длины волны λ2 и λ3 необходимы для построения требуемых зависимостей (для расчета затухания и дисперсии).

При расчете длины регенерационного участка привести характеристики заданного в исходных данных оптического интерфейса (для соответствующих вариантов). Необходимые для расчетов параметры взять из параметров выбранного кабеля.

***Проанализировать полученные зависимости и сделать соответствующие выводы.***

Рассмотреть вопрос индивидуального задания в соответствии с вариантом. Вариант выбирается согласно порядкового номера в списке группы.

Привести список литературы!

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Предпоследняя цифра пароля | | | | | | | | | |
| 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Тип световода | СМОВ (62)\*\* | ООВ (7) | ООВ (9,5) | ГМОВ  (50) | СМОВ (60) | ООВ (10) | ГМОВ (55) | ООВ (8) | ООВ (6) | ГМОВ (65) |
| 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 |
| Коэффициент преломления оболочки, n2 | 1,461 | 1,480 | 1,447 | 1,484 | 1,492 | 1,456 | 1,475 | 1,481 | 1,485 | 1,465 |
| Относительная разность показателей преломления, ∆ | 0,015 | 0,002 | 0,001 | 0,025 | 0,018 | 0,003 | 0,035 | 0,001 | 0,015 | 0,045 |
| Широкополосность системы передачи В, выраженная через скорости соответствующих потоков, Мбит/с, или тип оптического интерфейса | Е1 | S-1.1 | L-4.2 | Е3 | Е3 | U-16.2 | Е3 | L-1.1 | V-16.2 | Е2 |
| 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 |
| Уровень излучаемой мощности максимальный Pmax пер , дБм | -10 | - | - | -10 | -8 | - | -10 | - | - | 0 |
| Уровень излучаемой мощности минимальный Pmin пер , дБм | -20 | - | - | -20 | -15 | - | -20 | - | - | -5 |
| Уровень чувствительности, не более, дБм | -40 | - | - | -40 | -28 | - | -39 | - | - | -29 |
| Уровень перегрузки приемника, не менее, дБм | -15 | - | - | -15 | -8 | - | -13 | - | - | -5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 6 | | | | | | | | | | |
| Исходные данные | Последняя цифра пароля | | | | | | | | | |
| 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Потери в разъемном соединении | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Потери в неразъемном соединении | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,05 |
| Системный запас ВОСП по кабелю М, дБ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

***\*\* В таблице 1 в строке «Тип световода» в скобочках указан диаметр сердцевины оптического волокна, мкм***

**Задание 4**

*Выполнить индивидуальное задание, воспользовавшись всеми доступными интернет-источниками. Привести ссылки на используемые источники.* ***Вариант для задачи 4 – предпоследняя цифра пароля.***

**Варианты индивидуального задания**

1. Оптические коммутаторы.
2. Технология изготовления ОВ.
3. Оптические изоляторы (вентили).
4. Компенсаторы дисперсии.
5. Типы полировки торцов оптических волокон.
6. Типы ОВ, используемые для DWDM-технологии.
7. Типы оптических волокон согласно МСЭ-Т.
8. Типы коннекторов..
9. Современные рефлектометры.
10. Современные сварочные аппараты.
11. Оптические кабели для внутренней прокладки (особенности, производители, маркировка).
12. Подводные оптические кабели (особенности, производители, маркировка).
13. Оптические кабели для подвеса на опорах (особенности, производители, маркировка).
14. Особенности оптических волокон рекомендации G.657 и их характеристики.
15. Современные оптические волокна: их типы и характеристики.
16. Оптические волокна со смещенной дисперсией: рекомендации G.655 и их характеристики.
17. Оптические волокна со смещенной дисперсией: рекомендации G.653 и их характеристики.
18. Оптические волокна со смещенной дисперсией: рекомендации G.654 и их характеристики.
19. Оптические волокна со смещенной дисперсией: рекомендации G.656 и их характеристики.
20. Волоконно-оптические усилители.
21. Оптические сплиттеры: производители и характеристики.
22. Современные цифровые осциллографы и их характеристики.
23. Современные оптические тестеры и их характеристики.
24. Оптические волокна рекомендации G.657 и их характеристики.
25. Оптические муфты: производители и характеристики.
26. Разъемные соединители: производители, типы, характеристики.
27. Техника безопасности при строительстве волоконно-оптических линий передачи.
28. Техника безопасности про монтаже оптических кабелей.

УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Указать номер варианта Вашего задания. Привести исходные данные.

2. Привести формулы, используемые для расчетов и значения параметров, входящих в них. Подстановку значений в формулы приводить обязательно!!!

3. Привести таблицы с результатами расчетов.

Контрольная работа должна быть оформлена с помощью редактора MS Word (doc, docх). Параметры страницы:

* верхнее поле- 2 см;
* нижнее поле- 2 см;
* левое поле- 2 см;
* правое поле- 1 см;
* переплет- 0 см;
* размер бумаги А4;

Шрифт текста: Times New Roman, 14 пунктов, через 1,5 интервала, выравнивание по ширине, первая строка с отступом 1,25 см. Номер страницы внизу, справа, 14 пунктов.

Несложные формулы должны быть набраны с клавиатуры и с использованием команды «Вставка→Символ». Сложные формулы должны быть набраны в редакторе MathType 6.0 Equation.

Отчѐт по выполнению контрольной работы должен содержать:

* название контрольной работы (или дисциплины), номер варианта;
* фамилию и инициалы автора, номер группы;
* цель работы;
* формулы для расчета;
* формулы с поставленными цифровыми значениями в соответствующих единицах измерения *(при выполнении численных расчетов надо записать формулу определяемой величины, сделать соответственную численную подстановку и произвести вычисления);*
* последовательность действий при проведении исследований;
* вывод о проделанной работе.

***Справочная информация***

Определение длины регенерационного участка

1. по затуханию

 ; (1)

; (2)

Аmax = Рпер МИН  - Рчувстч. пр., дБ;

Аmin = Рпер МАКС - Р перегр. пр., дБ

1. по широкополосности

. (3)

1. М находится в диапазоне [2 - 6] дБ. Значение зависит от условий эксплуатации, географических особенностей региона и длины линии.

По результатам расчетов должно выполняться условие Lв >Lαмах.

Если условие выполняется, то система передачи и кабель выбраны верно, и будет обеспечиваться требуемый запас по широкополосности.

Если условие не выполняется, то указать мероприятия, чтобы обеспечивался запас по широкополосности.

1. Для расчета длины РУ в качестве параметров затухания и дисперсии взять либо рассчитанные значения, либо их значения из характеристик кабеля.
2. При выборе типа кабеля руководствоваться заданным типом оптического волокна и длиной волны.