Федеральное агентство связи

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования

Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и информатики (ФГОБУ ВО «СибГУТИ»)

Кафедра Линии связи

Бутенков В.В.

Проект строительства ВОЛП

Методические указания к курсовому проекту по курсу Проектирование, строительство и монтаж линейных сооружений связи

Новосибирск 2017

УДК 621.315.235

В.В. Бутенков. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Проектирование, строительство и монтаж линейных сооружений связи»

В методических указаниях даны рекомендации по выполнению курсового проекта для студентов дневной и заочной форм обучения.

Для направления **11.03.02**  «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» квалификация (степень) бакалавр, профиль «Многоканальные телекоммуникационные системы».

Кафедра Линии связи.

Табл. – 3 . Список литер. - 8 назв.

Рецензент:

Утверждено редакционно-издательским советом СибГУТИ в качестве методических указаний.

© Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.

1. Список рекомендуемой литературы

*Список основной литературы*

1. Горлов Н.И., Богачков И.В., Первушина Л.В. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических линий передачи: в 2 т., Т. 1. Проектирование волоконно-оптических линий передачи. – Новосибирск: Веди, 2011.

2. Андреев В.А., Бурдин В.А., Кочановский Л.Н. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация ВОЛС. в 2 т., Т. 2: – М., 2010.

*Список дополнительной литературы*

1. Астахов В.М. Механика: Учебное пособие. Новосибирск, СибГУТИ, 2008.

2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 2008.

3. Пирогов Е.Н. Сопротивление материалов. – М.: Айри-пресс, 2008.

4. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утв. постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87).

5. ОСТН-600-93, с. 92.

6. РД 45.047-99, с. 43.

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний по основным разделам курса, а также для контроля усвоения материала и программы курса.

Исходные данные для выполнения курсового проекта приведены в таблицах. Выбор варианта осуществляется по последней цифре пароля.

Выполненный курсовой проект представить для рецензирования до начала лабораторно-экзаменационной сессии.

Не зачтенный курсовой проект исправить согласно рецензии и повторно представить на рецензию.

Варианты для выполнения курсового проекта

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Заданныйпараметр | Вариант (последняя цифра пароля) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Завод-изготовитель | «Москабель-Фуджикура» | «Оптен-Кабель» | «СОКК» | «Сарансккабель-Оптика» | «ОКС 01» | «Трансвок» | «Интегра-Кабель» | «Еврокабель-1» | «АлтайОптикаКабель» | «Эликс-Кабель» |

|  |
| --- |
| КУ |
| №вар. | а, см | b, см | h, см | q, кг/ |  |  | l, см |  |  |
| 1 | 30 | 9 | 120 | 1,3 | 30 | 1,5 | 110 | 0,5 | 1,1 |
| 2 | 35 | 10 | 1,25 | 35 | 1,55 | 111 | 0,55 | 1,11 |
| 3 | 40 | 11 | 1,2 | 40 | 1,6 | 112 | 0,6 | 1,12 |
| 4 | 45 | 12 | 1,15 | 45 | 1,65 | 113 | 0,65 | 1,13 |
| 5 | 40 | 13 | 1,1 | 40 | 1,7 | 114 | 0,7 | 1,14 |
| 6 |  35 | 14 | 1,05 | 35 | 1,75 | 115 | 0,75 | 1,15 |
| 7 | 30 | 15 | 1 | 30 | 1,8 | 116 | 0,8 | 1,16 |
| 8 | 25 | 14 | 1,05 | 35 | 1,85 | 117 | 0,85 | 1,17 |
| 9 | 30 | 13 | 1,1 | 40 | 1,9 | 118 | 0,9 | 1,18 |
| 0 | 35 | 12 | 1,15 | 45 | 1,95 | 119 | 0,85 | 1,19 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| КУ | КК | подвес |
| №вар. | х | К,см | Гц | ,м |  | м | t,мм | v,м/сек | Ом\*м |
| 1 | 0,75 | 5 | 15 | 0,1 | 0,32 | 50 | 1 | 20 | 100 |
| 2 | 0,76 | 6 | 16 | 55 | 2 | 19 | 150 |
| 3 | 0,77 | 7 | 17 | 60 | 3 | 18 | 200 |
| 4 | 0,78 | 8 | 18 | 65 | 4 | 17 | 250 |
| 5 | 0,79 | 9 | 19 | 70 | 5 | 16 | 300 |
| 6 | 0,8 | 10 | 20 | 75 | 6 | 15 | 350 |
| 7 | 0,81 | 11 | 21 | 80 | 7 | 14 | 400 |
| 8 | 0,82 | 12 | 22 | 85 | 8 | 13 | 450 |
| 9 | 0,83 | 13 | 23 | 90 | 9 | 12 | 500 |
| 0 | 0,84 | 14 | 24 | 95 | 10 | 11 | 550 |

ВНИМАНИЕ! При выполнении расчетов необходимо следить за размерностью величин.

Содержание

1 Введение

2 Конструкции и основные характеристики ОКС

2.1 ОКС для прокладки в грунт

2.2 ОКС для прокладки в кабельной канализации

2.3 ОКС для подвески

3 Прокладка ОКС в грунт

3.1 Способы прокладки, технологии, машины, механизмы

3.2 Бестраншейная прокладка ОКС кабелеукладчиком

3.3 Расчет тягового сопротивления КУ и количества тягачей сцепа

3.4 Расчет растягивающих усилий ОКС при бестраншейной прокладке кабелеукладчиком

4 Прокладка ОКС в кабельной канализации

4.1 Кабельная канализация: назначение, виды, устройство

4.2 Прокладка ОКС в кабельной канализации

4.3 Расчет растягивающих усилий ОКС при прокладке в кабельной канализации

5 Подвеска ОКС

5.1 Способы подвески ОКС

5.2 Технология подвески ОКС

5.3 Расчет растягивающих усилий подвесных ОКС

6 Ввод ОКС в здание

7 Монтаж оптических муфт и кроссов

8 Сопротивление заземления

8.1 Виды, назначение и устройство заземлений

8.2 Расчет контура защитного заземления

8.3 Расчет контура линейного- защитного заземления

9 Измерения на ВОЛП

9.1 Особенности измерений на ВОЛП

9.2 Измерение затухания ОВ методом вносимого затухания

9.3 Измерение затухания ОВ методом обратного рассеяния

10 Заключение

11 Список литературы

1 Введение

Рассмотреть достоинства и недостатки волоконно-оптических систем передачи и оптических кабелей связи.

 На заданном сайте завода-изготовителя выбрать оптические кабели связи (ОКС) для прокладки в грунт, в кабельной канализации и для подвески.

 Рассмотреть и описать способы прокладки ОКС.

 Рассчитать растягивающие усилия при различных способах прокладки.

 Описать технологию ввода ОКС в здание.

 Рассмотреть монтаж оптических муфт и кроссов .

 Рассчитать сопротивление заземления.

 Рассмотреть измерения на ВОЛП.

2 Конструкции и основные характеристики ОКС

На сайте завода – изготовителя оптического кабеля связи выбрать кабели для подземной прокладки в грунт, в телефонной кабельной канализации и самонесущие для подвески на опорах и по крышам зданий.

Оптические кабели связи поставляются строительными длинами на кабельных барабанах № 16 и № 18.

Изобразить эскизы поперечных сечений выбранных кабелей с указанием марки и конструктивных элементов.

Привести основные механические характеристики выбранных оптических кабелей связи.

Механические характеристики оптических кабелей связи – это конкретные: диаметр кабеля, погонный вес кабеля, строительная длина кабеля, минимальный радиус изгиба, допустимое растягивающее усилие, допустимое раздавливающее усилие.

2.1ОКС для прокладки в грунт

2.2 ОКС для прокладки кабельной канализации

2.3 ОКС для подвески

3 Прокладка ОКС в грунт

3.1 Способы прокладки, технологии, машины, механизмы

Рассмотреть и описать способы и технологии прокладки, указать применяемые машины и механизмы.

3.2 Бестраншейная прокладка ОКС кабелеукладчиком

Изучить и описать технологию бестраншейной прокладки кабелеукладчиком оптических кабелей связи в грунт.

Для бестраншейной прокладки ОКС применяются прицепные кабелеукладчики КУ-120 буксируемые сцепом тягачей – гусеничных тракторов Т-130.

Привести рисунки и характеристики кабелеукладчика КУ-120 и выбранного тягача.

3.3 Расчет тягового сопротивления КУ и количество тягачей сцепа

Тяговое сопротивление кабелеукладчика, определятся суммой составляющих:

где

где

a – длина пластины ножа, см;

b – ширина пластины ножа, см;

h – глубина прокладки ОКС, см;

q – удельное сопротивление грунта к сдвигу, .

, кг,

где

*,* кг,

где

L – средняя длина ножа и кассеты, см;

 – коэффициент трения скольжения ножа о грунт;

 – коэффициент разрыхления грунта.

, кг,

где

К - коэффициент трения качения, см;

- вес кабелеукладчика, кг;

 + ;

*-* вес пустого барабана, кг;

- погонный вес выбранного кабеля для прокладки в грунт, кг/км;

- строительная длина кабеля, км.

R - радиус колеса кабелеукладчика, см. R = 50 см.

 Для перемещения кабелеукладчика, тяговое усилие сцепа тягачей, должно быть больше, чем тяговое сопротивление кабелеукладчика

Тяговое усилие сцепа тягачей определится как

 *,* кг,

где

 *-* тяговое усилие тягачей сцепа, кг;

;

х – коэффициент сцепления тягачей с грунтом;

(n+1) – количество тягачей-тракторов в сцепе.

Ниже приведены справочные данные для расчетов.

Кабелеукладчики (вес):

ЛПК-20-2: =3200 кг,

КУ-120: =3500 кг,

КУК-3 : 8100 кг,

КУК-2 : =3650 кг.

Тракторы (вес и тяговое усилие):

Т-100 : = 12636 кг, = 9693 кг,

Т-130 : = 14030 кг, = 9183 кг,

Т-180 : 15880 кг, = 14700 кг,

К-700А : = 11600 кг, = 6120 кг.

Кабельные барабаны (вес, диаметр щеки, диаметр шейки):

№16: =308 кг, D щ = 160 см, D ш = 80 см,

№17 367 кг, D щ = 170 см, D ш = 90 см,

№18 =535 кг, D щ = 180 см, D ш = 112 см.

3.4 Расчет растягивающих усилий ОКС при бестраншейной прокладке кабелеукладчиком

Растягивающие усилия которые испытывают ОКС при бестраншейной прокладке кабелеукладчиком, подразделяется на:

- динамические – рывок кабеля при трогании с места, либо при преодолении препятствий;

- статические – возникают при прокладке кабеля с постоянной скоростью.

Растягивающее усилие ОКС при рывке рассчитывается по формуле

где

//перевести из кг в кН, считая, что 1 кг = 10 Н;

шейки барабана, см;

щеки барабана, см;

 *–* сила тяги сцепа тракторов, кг;

n *-* число тракторов сцепа;

[F] - допустимое растягивающее усилие выбранного кабеля, кН.

Если условие выполняется – прокладка разрешена, поскольку растягивающее усилие меньше нормированного. Если не выполняется, необходимы мероприятия по снижению растягивающих усилий. Например, рыхление грунта и принудительная размотка кабеля с образованием слабины.

Растягивающее усилие ОКС в статическом режиме при бестраншейной прокладке кабелеукладчиком в грунт с постоянной скоростью рассчитывается по формуле

где

 – растягивающее усилие ОКС в статическом режиме, кг //перевести из кг в кН;

 траншеи, кг;

Сила трения скольжения кабеля о дно траншеи рассчитывается по формуле

где

 траншеи, кг;

, 0,6;

Сила трения скольжения кабеля о стенки кассеты рассчитывается по формуле

*,*

где

 //перевести из кг/км в кг/м;

 - радиус изгиба кабеля в кассете, м. = 1, 2 м;

 - коэффициент трения скольжения кабеля о стенки кассеты, = 0,25;

.

Если условие выполняется – прокладка разрешена, поскольку растягивающее усилие меньше нормированного. Если не выполняется, необходимы мероприятия по снижению растягивающих усилий. Например, рыхление грунта и принудительная размотка кабеля с образованием слабины.

 4. Прокладка ОКС в кабельной канализации

 4.1 Кабельная канализация: назначение, виды, устройство

 4.2 Прокладка ОКС в кабельной канализации

 Описать технологию прокладки ОКС в кабельной канализации, указать применяемые машины и механизмы.

 4.3 Расчет растягивающих усилий ОКС при прокладке в кабельной канализации

 Возможна прокладка ОКС в свободном и занятом каналах.

 Растягивающее усилие оптического кабеля связи при прокладке в свободном канале телефонной кабельной канализации рассчитывается по формуле

где

- растягивающее усилие ОКС в свободном канале, кг //перевести из кг в кН, считая, что 1 кг = 10 Н;

 – погонный вес выбранного кабеля, кг/км;

коэффициент трения, скольжения кабеля о стенки канала, для асбестоцементных труб

 выбранного кабеля, кН.

 Если условие выполняется, прокладка разрешена; если нет, то необходимы мероприятия по снижению растягивающего усилия. Например, рекомендуется прокладка кабеля из середины трассы, концами в обе стороны.

 Часто ОКС прокладывают в занятом канале, совместно с другими ОКС.

 Растягивающее усилие оптического кабеля связи при прокладке в занятом канале телефонной кабельной канализации рассчитывается по формуле

=\* \* , кг(кН),

где

 *-* растягивающее усилие ОКС в занятом канале, кг //перевести из кг в кН, считая, что 1 кг = 10 Н;

 При заклинивании возможны две ситуации:

1. Прокладываемый кабель окажется над существующими, такое расположение кабелей называется треугольник.
2. Прокладываемый кабель окажется под существующими, такое расположение кабелей называется люлька.

Коэффициенты заклинивания можно рассчитать по формулам

,

,

где

dк – диаметр выбранного кабеля, мм;

dт –диаметр асбестоцементной трубы, dт = 100 мм.

Затем рассчитываются значения и .

 Если условия и выполняются, прокладка разрешена; если нет, то необходимы мероприятия по снижению растягивающего усилия. Например, рекомендуется прокладка кабеля из середины трассы, концами в обе стороны.

5 Подвеска ОКС

5.1 Способы подвески ОКС

Описать способы подвески ОКС.

5.2 Технология подвески ОКС

Описать бестросовую технологию подвески ОКС, указать применяемые машины и механизмы.

5.3 Расчет растягивающих усилий подвесных ОКС

 Растягивающее усилие самонесущего оптического кабеля связи при подвеске рассчитывается по формуле

где

, кг //перевести из кг в кН, считая, что 1 кг = 10 Н ;

 //перевести из кг/км в кг/м;

- длина пролета, м;

 - стрела провеса равная 2% от длины пролета, м;

 выбранного кабеля, кН.

 Если условие выполняется - подвеска разрешена; если нет, то необходимы мероприятия по снижению растягивающего усилия, например

подвеска кабеля на тросе.

 В процессе эксплуатации, кабель подвержен неблагоприятным погодным условиям (гололед и ветер), которые необходимо учитывать.

Растягивающее усилие самонесущего оптического кабеля связи при подвеске с учетом гололеда и ветра рассчитывается по формуле

где

 //перевести из кг в кН, считая, что 1 кг = 10 Н;

 Учет веса гололеда:

где

//перевести из мм в м;

*t -* толщина гололеда, м //перевести из мм в м.

 Погонный вес кабеля с гололедом

 Учтем давление ветра на кабель с гололедом

где

K – коэффициент, учитывающий давление ветра на кабель с гололедом (0,6\*), кг\*с/

V - скорость ветра, м/с;

- диаметр кабеля с гололедом, м;

 Погонный вес кабеля с учетом гололеда и ветра определяется по правилу параллелограмма

 Если – подвеска разрешена; если нет, то требуются мероприятия по снижению растягивающего усилия, например

подвеска кабеля на тросе.

1. Ввод ОКС в здание

Описать ввод ОКС в конкретное здание.

1. Монтаж оптических муфт и кроссов

Описать технологии и операции при монтаже конкретных оптических муфт и кроссов. Учесть, что емкость муфт и кроссов должна соответствовать емкости выбранных кабелей.

1. Сопротивление заземления
	1. Виды, назначение и устройство заземлений

 При проектировании линии связи, проектируется заземление. А при строительстве оборудуют его.

Сопротивление заземления выполняет следующие функции:

- защищает жизнь обслуживающего персонала и пользователей связи;

- защищает оборудование связи;

- защищает кабели связи.

Сопротивление заземления - это устройство, которое состоит из одного или нескольких заземлителей и проводов, соединяющие заземлители с электроустановками.

Заземлитель- это металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей. Заземлитель может быть любой формы и любого размера, например: сталь, уголок, полоса, проволока, б/у трубы.

Сопротивление заземления – это сопротивление переходного контакта, между заземлителями и землей.

Удельное сопротивление земли, это сопротивление земли в форме куба при протекании тока от одной грани к противоположной. Удельное сопротивлении земли обозначается .

Таблица 2 - Удельное сопротивление земли

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| грунт | торф | чернозем | мерзлый грунт | песок | скала |
|  | 25 | 50 | 1000 | 2000 | 5000 |

При проектировании сопротивления заземления необходимо знать удельное сопротивление земли в районе проектирования.

Различают следующие виды сопротивления заземления:

- защитное заземление - оборудуется, на станциях. К нему подключают корпуса оборудования и измерительных приборов. Оно защищает жизнь обслуживающего персонала и пользователей связи;

- линейно- защитное заземление – оборудуется на линиях связи. К нему подключаются корпуса оборудования и металлические покровы кабелей связи (экраны, металлические оболочки и броня). Оно защищает оборудование и кабели связи.

- рабочее ­­- используется в цепях, где земля играет роль провода, например дистанционное питание провод - земля.

Сопротивление заземления одиночного трубчатого заземлителя рассчитывается по формуле

где

- сопротивление заземления одиночного заземлителя, Ом;

- удельное сопротивление земли, Ом\*м;

*l* - длина заземлителя, м. *l* = 2 м;

h - глубина закопки, м. h = 0,7 м;

d - диаметр заземлителя, м. d = 0,025м.

Обычно сопротивление одиночного заземлителя велико, для его снижения выполняют контур заземления запараллеливая заземлители.

 , Ом,

где

 – сопротивление контура заземления, Ом;

– сопротивление заземления одиночного заземлителя, Ом;

 – коэффициент полезного использования заземления ( зависит от формы и расположения заземлителей. 0,25…0,9;

n - число заземлителей контура, шт.

Число заземлителей контура определяется по формуле

При обустройстве контура заземления в агрессивных грунтах, рассчитывают срок службы заземлителей. Если срок службы мал (из-за коррозии), заземлители выполняют угольными или графитовыми, которые разрушаются в 7..9 раз медленнее стальных.

8.2 Расчет контура защитного заземления

Защитное заземление оборудуют на станциях, к нему подключают корпуса оборудования и измерительных приборов. Защитное заземление защищает жизнь обслуживающего персонала и пользователей связи.

Для контура заземления должны выполняться нормы защитного заземления:

- при

, при U= 660/380В,

, при U= 380/220В,

, при U= 220/127В;

- при

можно увеличить величину , но не более чем в 10 раз.

Число заземлителей контура защитного заземления определяется как

.

 Поскольку норма сопротивления заземления контура защитного заземления мала, число заземлителей контура велико. Поэтому контур заземления выполняют в виде решетки.

 Привести рисунок рассчитанного контура защитного заземления.

8.3Расчет контура линейно-защитного заземления

Линейно - защитное заземление оборудуют на линиях, к нему подключают металлические оболочки и экраны кабелей связи и корпуса оборудования, НУП и НРП.

Линейно - защитное заземление защищает оборудование и кабели связи от высоких токов и напряжений. Вероятность нахождения обслуживающего персонала на линии в момент грозы или аварии на ЛЭП мала, поэтому нормы линейно- защитного заземления выше, чем для защитного заземления.

Таблица 3 - Нормы линейно-защитного заземления

Для металлических оболочек в земле

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | До 100 | До 300 | До 550 | До 1000 | Свыше 1000 |
|  | 10 | 20 | 30 | 50 | 60 |

Для металлических оболочек на НУП и НРП

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | До 100 | До 550 | До 1000 | Свыше 1000 |
|  | 10 | 20 | 30 | 50 |

Число заземлителей контура линейно-защитного заземления определяется как

.

Контур линейно-защитного заземления выполняют протяженным.

Привести рисунок рассчитанного контура линейно-защитного заземления.

 9 Измерения на ВОЛП

9.1Особенности измерений на ВОЛП

Привести особенности измерений на ВОЛП.

9.2 Измерение затухания ОВ методом вносимого затухания

Описать измерение затухания ОВ методом вносимого затухания конкретным оптическим тестером.

9.3 Измерение затухания ОВ методом обратного рассеяния

Описать измерение затухания ОВ методом обратного рассеяния конкретным оптическим рефлектометром.

10 Заключение

Привести конкретные итоги выполненной работы. Записать выводы по каждому разделу.

11 Список литературы

Привести все литературные источники, выполнить ссылки по тексту курсового проекта (работы).

**Владимир Васильевич Бутенков**

**Методические указания**

**к курсовому проекту по курсу**

**«Проектирование, строительство и монтаж линейных сооружений связи»**

Методические указания

Редактор: Л.В. Первушина

Корректор: И.Б. Елистратова

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подписано в печать

формат бумаги 60х84/16, отпечатано на ризографе, шрифт № 10,

изд. л. \_\_заказ № \_\_\_ тираж 100. СибГУТИ.

630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86.