

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Студент	Сергеев Роман Олегович
Вид работы ( контрольная или практическая):	Практическая работа
№ зачетной книжки	2430007
Группа и семестр, к которому относится данная работа	ИКТз-24д 4 семестр
Рецензия	

**Кафедра «Сети и системы связи»**

**Практическая работа по учебной дисциплине  
«Направляющие системы электросвязи»  
«ИСПЫТАНИЕ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»**

Самара

2024

## 1. Изучение основ теории внешних влияний

Изучи основные аспекты теории внешних электромагнитных влияний:

- источники внешних электромагнитных влияний;
- отличие опасных влияний от мешающих;
- наиболее распространенные методы защиты от опасных и мешающих влияний на ЭКС.

## 2. Прохождение входного тестирования для контроля остаточных знаний

Лабораторная работа № 12

**Тест (5 вопросов)**

1. Какие основные внешние электромагнитные источники влияют на линии связи ?

☒ атмосферное электричество    ☒ промышленные электрические установки

☒ линии электропередачи    ☐ соседние цепи данной линии связи

☒ радиостанции

2. Укажите электромагнитные влияния, вызывающие разрушение линейных сооружений и станционной аппаратуры а также min. наведенное напряжение, превышение которого считается опасным.

☒ опасные влияния    ☐ 10 В    ☒ 36 В    ☐ 100 В

☐ мешающие влияния

3. Внешние источники, оказывающие только мешающие влияния на линии связи

☐ линии электропередачи

☐ атмосферное электричество

☒ передающие радиостанции

4. Какие виды защиты применяют от ударов молнии ?

☒ использование металлических грозостойких кабелей

☒ прокладка металлических подземных тросов

☐ применение редуционных трансформаторов

**Вперед >>**

Лабораторная работа № 12

**Тест (5 вопросов)**

☒ опасные влияния    ☐ 10 В    ☒ 36 В    ☐ 100 В

☐ мешающие влияния

3. Внешние источники, оказывающие только мешающие влияния на линии связи

☐ линии электропередачи

☐ атмосферное электричество

☒ передающие радиостанции

4. Какие виды защиты применяют от ударов молнии ?

☒ использование металлических грозостойких кабелей

☒ прокладка металлических подземных тросов

☐ применение редуционных трансформаторов

5. Для чего применяется заземление в технике проводной связи ?

☒ для защиты линейных сооружений связи

☒ для защиты обслуживающего персонала

☐ для защиты от температурных влияний в различные времена года

**Вперед >>**

3. Исследование внешнего электромагнитного влияния ЛЭП на ЭКС  
**Кабель МКСК 4х4**

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	8000	6000	4000	2000
Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	5273	5030	4717	4279	3539

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от величины удельного сопротивления грунта

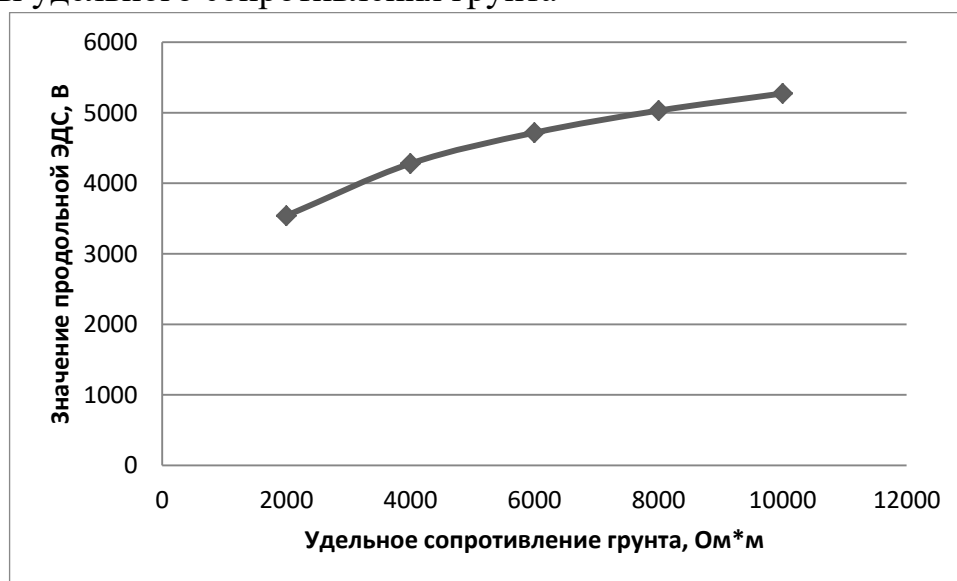


Рис.1 Зависимость значения продольной ЭДС от величины удельного сопротивления грунта

Удельное сопротивление	10000	10000	10000	10000	10000
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

грунта, Ом*м					
Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	2	3	4	5
Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	5273	3775	2927	2353	1932

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от ширины участка сближения

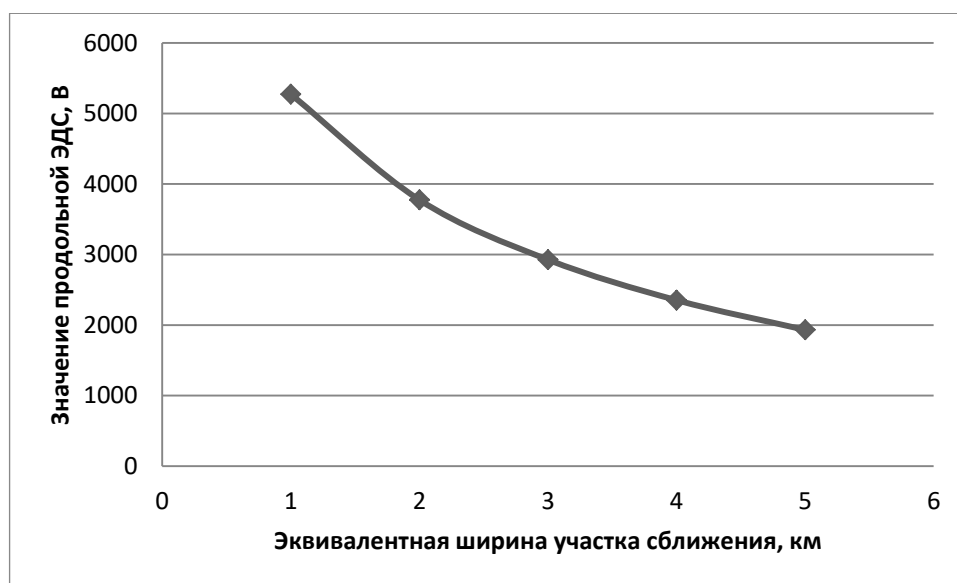


Рис.2 Зависимость значения продольной ЭДС от ширины участка сближения

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	10000	10000	10000	10000
Эквивалентная	1	1	1	1	1

ширина участка сближения, км					
Длина участка сближения, км	1	2	3	4	5
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	5273	10546	15819	21092	26365

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от длины участка сближения

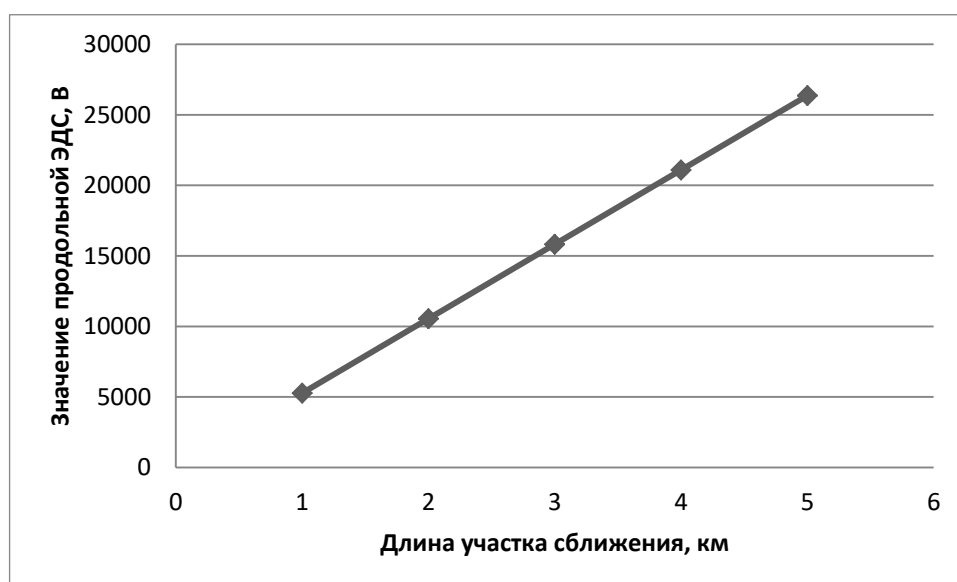


Рис.3 Зависимость значения продольной ЭДС от длины участка сближения

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	10000	10000	10000	10000
Эквивалентная ширина	1	1	1	1	1

участка сближения, км					
Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	3	5	7	9
Значение продольной ЭДС, В	5273	15819	26365	36911	47457

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от тока короткого замыкания

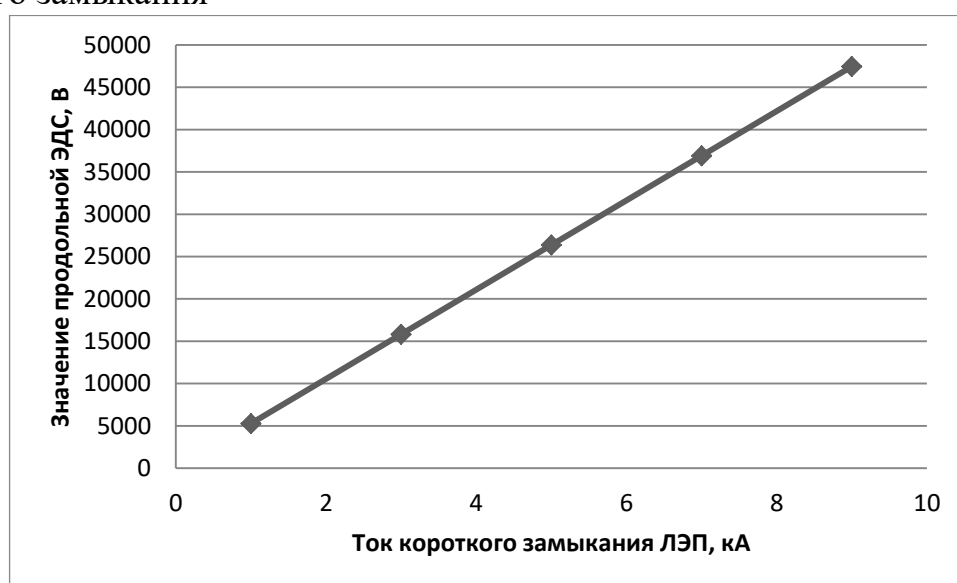


Рис.4 Зависимость значения продольной ЭДС от тока короткого замыкания

#### Кабель МКСК 7х4

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	8000	6000	4000	2000
-------------------------------------	-------	------	------	------	------

Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	4519	4311	4043	3667	3033

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от величины удельного сопротивления грунта

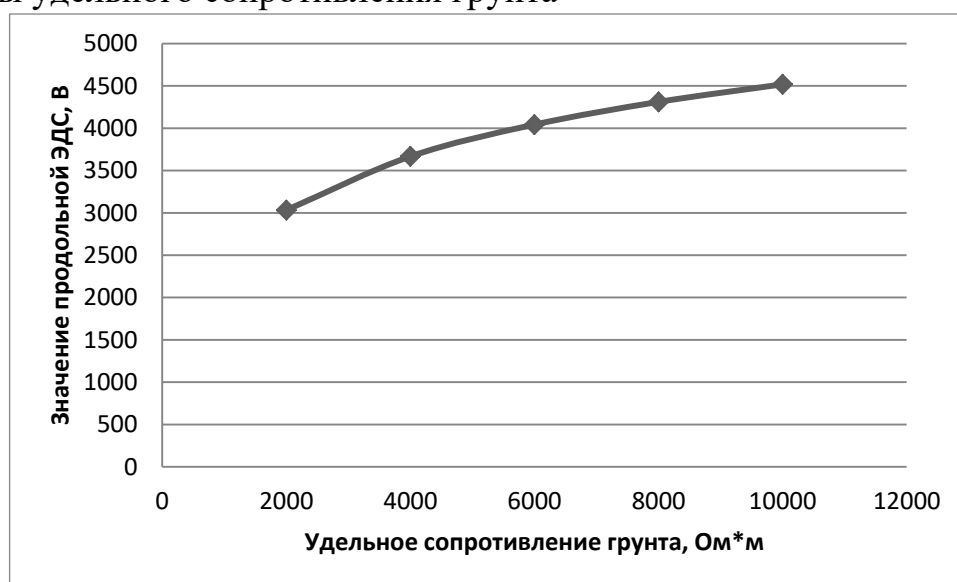


Рис.5 Зависимость значения продольной ЭДС от величины удельного сопротивления грунта

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	10000	10000	10000	10000
Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	2	3	4	5

Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	4519	3236	2509	2016	1656

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от ширины участка сближения

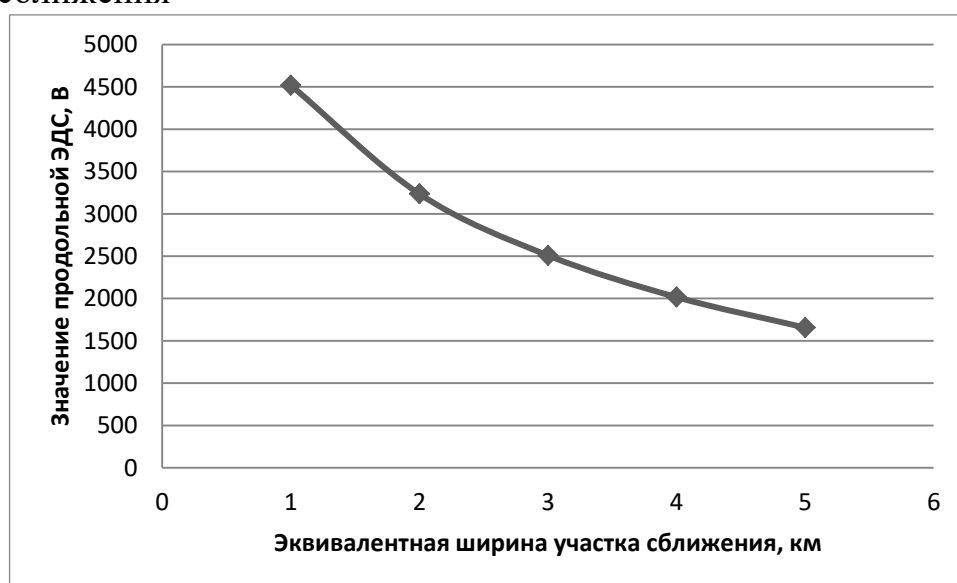


Рис.6 Зависимость значения продольной ЭДС от ширины участка сближения

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	10000	10000	10000	10000
Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Длина участка сближения, км	1	2	3	4	5



Ток короткого замыкания ЛЭП, кА	1	1	1	1	1
Значение продольной ЭДС, В	4519	9039	13559	18079	22598

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от длины участка сближения

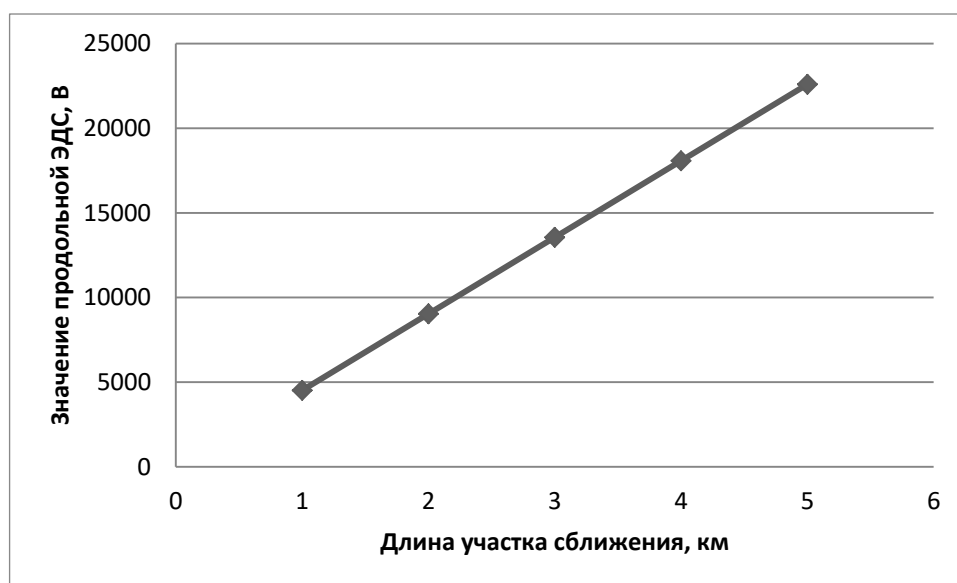


Рис. 7 Зависимость значения продольной ЭДС от длины участка сближения

Удельное сопротивление грунта, Ом*м	10000	10000	10000	10000	10000
Эквивалентная ширина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Длина участка сближения, км	1	1	1	1	1
Ток короткого замыкания	1	3	5	7	9

ЛЭП, кА					
Значение продольной ЭДС, В	4519	13559	22598	31638	40678

На графике показана зависимость значения продольной ЭДС от тока короткого замыкания

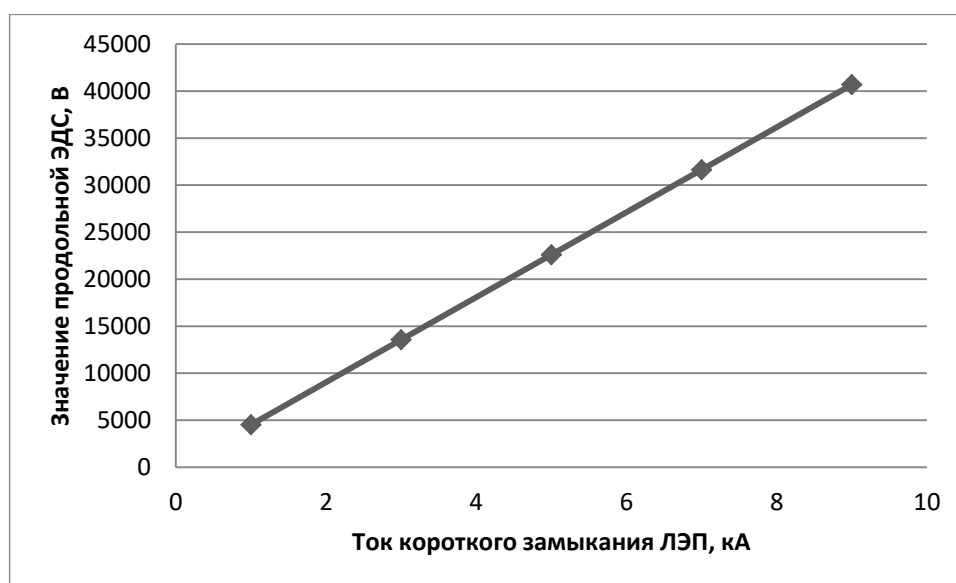


Рис.8 Зависимость значения продольной ЭДС от тока короткого замыкания

**Вывод:** Значение продольной ЭДС увеличивается при увеличении величины удельного сопротивления грунта, длины участка сближения, тока короткого замыкания и уменьшается при увеличении ширины участка сближения.

#### 4. Исследование внешнего электромагнитного влияния молнии на ЭКС Кабель МКСК 4х4

Максимально допустимое импульсное напряжение на изоляции, В	3800	3800	3800	3800	3800
Радиус кабеля	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6

по внешней поверхности, мм					
Сопротивление металлических покровов кабеля, Ом/км	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Удельное сопротивление грунта, Ом*м	1000	1000	1000	1000	1000
Среднее число грозочасов в год	10	20	30	40	50
Повреждения N	0,1468	0,2935	0,4403	0,5871	0,7339

На графике показана зависимость числа повреждений от среднего числа грозочасов в год

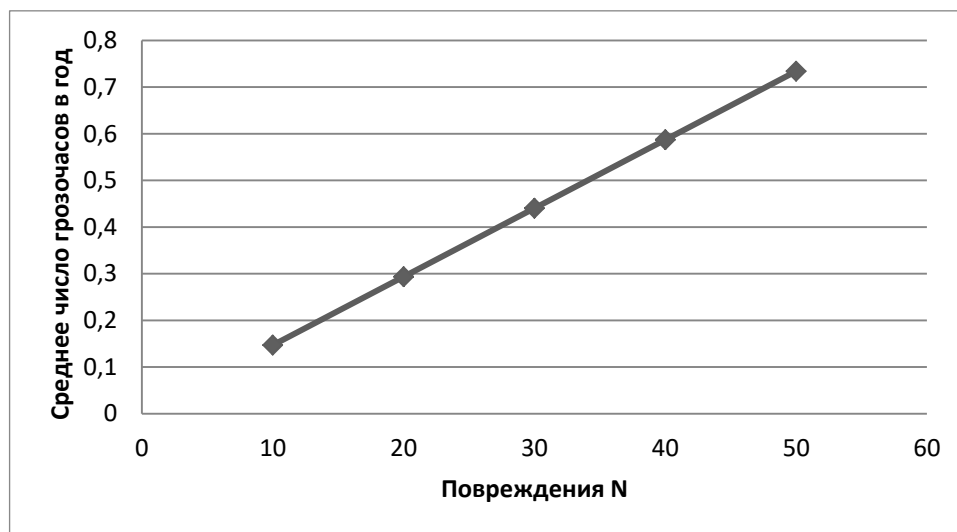


Рис.9 зависимость числа повреждений от среднего числа грозочасов в год

#### Кабель МКСК 7х4

Максимально допустимое импульсное напряжение на изоляции, В	3800	3800	3800	3800	3800
Радиус кабеля по внешней	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6

поверхности, мм					
Сопротивление металлических покровов кабеля, Ом/км	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Удельное сопротивление грунта, Ом*м	1000	1000	1000	1000	1000
Среднее число грозовых часов в год	10	20	30	40	50
Повреждения N	0,0993	0,1986	0,2979	0,3972	0,4966

На графике показана зависимость числа повреждений от среднего числа грозовых часов в год

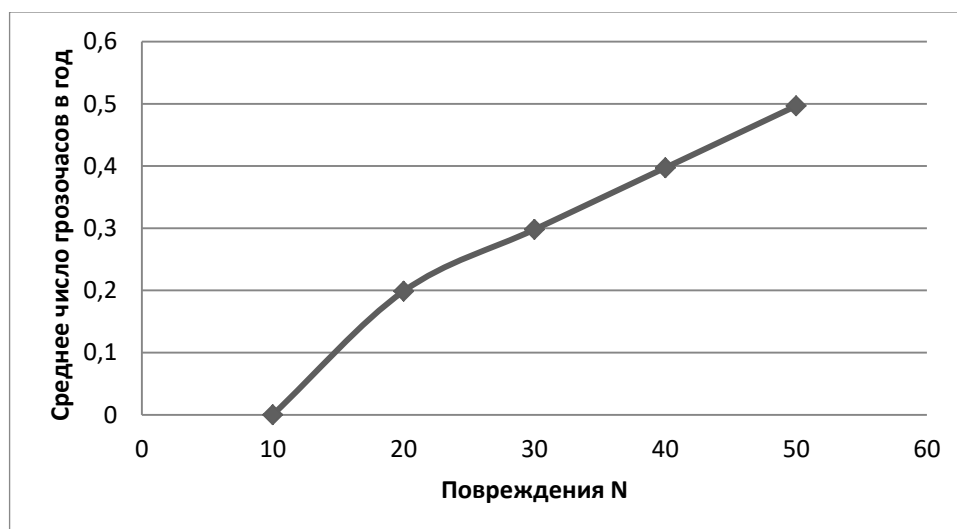


Рис.10 Зависимость числа повреждений от среднего числа грозовых часов в год

**Вывод:** Установлена прямая зависимость числа повреждений от среднего числа грозовых часов в год

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1.Какие внешние источники влияют на линии связи?

**Ответ:**

Атмосферное электричество, линии электропередачи, контактные сети

электрифицированных железных дорог (эл. ж. д.), передающие радиостанции.

2. Чем отличаются опасные и мешающие влияния?

**Ответ:**

Опасными влияниями называют такие влияния, при которых напряжения и токи, возникающие в цепях связи, могут создать опасность для здоровья и жизни абонентов и работников эксплуатации, а также вызвать повреждение аппаратуры, приборов, кабеля связи. Мешающие влияния проявляются в телефонных цепях и каналах связи в виде шумов, тресков, нарушения или ухудшения качества связи.

3. Физическая сущность влияния атмосферного электричества.

**Ответ:**

При ударе молнии ток распространяется от места удара по земле во все стороны. При наличии поблизости от этого места подземного кабеля большая часть тока молнии может пройти в оболочку кабеля. Между местом удара и кабелем ток молнии создает электрическую дугу, длина которой в некоторых случаях достигает 30-50 м. Образование дуги вызывает чаще всего механические повреждения кабеля (образуются вмятины на оболочке, прогибы кабеля, разрывы ленточной брони и т.п.).

4. Типы высоковольтных линий передачи.

**Ответ:**

Высоковольтные линии в зависимости от характера и степени влияния на цепи связи разделяются на симметричные и несимметричные.

5. Охарактеризуйте нормальный, вынужденный и аварийный режимы работы ЛЭП.

**Ответ:**

Под нормальным режимом понимается тот режим, при котором линия работает постоянно. Вынужденный режим - это тот, при котором ВЛ вынуждена работать определенный промежуток времени в режиме,

отличающемся от нормального. Аварийный режим возникает при нарушении нормальной работы ВЛ, например, при обрыве и заземлении провода одной из фаз трехфазной линии с заземленной нейтралью. При вынужденном и аварийном режимах работы ВЛ влияние на линии связи резко возрастает по сравнению с нормальным режимом работы.

6. В каких случаях возникают опасные влияния?

**Ответ:**

- заземления фазового провода трехфазных ВЛ с заземленной нейтралью;
- заземления одного или двух фазовых проводов симметричных ВЛ с изолированной нейтралью;
- нормального режима работы несимметричных ВЛ переменного тока и заземления фазового провода;

7. Поясните электрическое, магнитное и гальваническое влияния на линии связи.

**Ответ:**

- влияние, обусловленное неуравновешенным напряжением фазовых проводов ВЛ по отношению к земле, называют электрическим влиянием.
- влияние, связанное с неуравновешенным током в проводах ВЛ, называют магнитным влиянием.
- влияния, источником которых являются контактные сети электрических железных дорог, и линии электропередачи, работающие в неполнофазном режиме, называют гальваническим влиянием

8. Чем руководствуются при определении норм на опасные влияния?

**Ответ:**

Нормы допустимых опасных влияний определяются в основном степенью опасности наведенного напряжения для человека, а также уровнем изоляции линии и рабочим напряжением линии связи.

9. Нормы на опасные влияния.

**Ответ:**

- На проводах воздушных ЛС является допустимая величина тока, проходящего через тело человека, находящегося на линии с деревянными опорами (14 мА) и на линии с железобетонными опорами (88,5 мА).
- Величина допустимого опасного напряжения на жилах кабелей связи определяется электрической прочностью изоляция жил кабеля и вводного оборудования аппаратуры для различных схем дистанционного питания.

#### 10. Нормы на мешающие влияния.

##### Ответ:

- для ВЧ каналов - 1,1 мВ на один переприёмный участок в точке с относительным уровнем полезного сигнала на входе усилителя - 7дБ (-0,8 Нп);
- в телефонных каналах ТЧ - 2,1 мВ на длину канала связи, имеющего сближение с высоковольтной линией 400 км при относительном уровне полезного сигнала на зажимах оконечной станции - 7дБ (-0,8 Нп).

#### 11. Влияние атмосферного электричества на подземные кабели связи.

##### Ответ:

Повреждения в подземном кабеле могут возникнуть от токов молнии, попавших в кабель через корни близко растущих деревьев

#### 12. Защита линий связи от высоковольтных линий.

##### Ответ:

Одной из основных мер защиты от опасных и мешающих влияний ВВЛ является удаление трассы, кабельной линии на расстояния, при которых влияния не превышают допустимых значений. В тех случаях, когда это не удастся выполнить, применяют специальные меры защиты. К специальным мерам защиты от опасных влияний ВВЛ относятся:

- применение хорошо проводящих заземленных тросов, подвешенных на опорах ВВЛ или проложенных в земле;
- частичное разземление нейтралей трансформаторов высоковольтной сети, снижающих токи короткого замыкания ВВЛ;
- применение на ВВЛ с заземленной нейтралью аппаратуры контроля токов каждой фазы
- применение на ВВЛ быстродействующих автоматов, сокращающих время отключения поврежденной фазы

#### 13. Защита линий связи от ударов молнии.

**Ответ:**

Для защиты кабеля от ударов молнии применяются различные способы, основными из которых являются:

- выбор трассы с наименьшим ожидаемым числом повреждений;
- использование грозостойких кабелей, т.е. кабелей с повышенной изоляцией между оболочкой и жилами, а также с повышенной проводимостью металлических покровов;
- прокладка подземных защитных биметаллических или стальных проводов и тросов;
- использование существующей воздушной линии, проходящей параллельно кабелю;
- соединение оболочки и броня кабеля со специальными контурами заземлений;
- включение установленных в специальных муфтах малогабаритных разрядников;

14. Защита линий связи от влияния радиостанций

**Ответ:**

Защита ЛС от мешающего влияния радиостанций достигается правильным выбором трассы прокладки кабеля и применением кабелей связи с улучшенным коэффициентом защитного действия оболочек и защитных покровов. Наилучшим техническим решением является использование кабелей связи в алюминиевой оболочке с защитными стальными бронелентами.

15. Устройство и типы разрядников.

**Ответ:**

Разрядники представляют собой защитные аппараты. Они предназначены для защиты изоляции электрооборудования от перенапряжений. Разрядник состоит из двух электродов и дугогасительного устройства.

Различают такие типы разрядников:

- Воздушный
- Газовый
- Вентильный
- Магнитовентильный



## 16. Устройство и типы предохранителей.

### Ответ:

Предохранитель — коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи размыканием или разрушением специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определённое значение.

Предохранитель включается последовательно с потребителем электрического тока и разрывает цепь тока при превышении им номинального тока, — тока, на который рассчитан предохранитель. По принципу действия при разрыве тока в защищаемой цепи предохранители разделяются на четыре класса — плавкие, электромеханические, электронные и использующие нелинейные обратимые свойства по изменению сопротивления после воздействия сверхтока у некоторых проводящих полупроводниковых материалов (самовосстанавливающиеся предохранители).

## 17. Назначение заземлений в технике электросвязи.

### Ответ:

В технике проводной связи при помощи заземлений обеспечивается правильное действие аппаратуры, а также безопасность обслуживающего персонала и целостность станционного и линейного оборудования.